

Logística para o etanol: situação atual e desafios futuros

Artur Yabe Milanez, Diego Nyko, Jorge Luiz Faria Garcia
e Carlos Eduardo Osório Xavier

<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>

Logística para o etanol: situação atual e desafios futuros

Artur Yabe Milanez
Diego Nyko
Jorge Luiz Faria Garcia
Carlos Eduardo Osório Xavier*

Resumo

As vantagens do etanol de cana-de-açúcar já são mundialmente reconhecidas. No entanto, a dimensão logística que envolve essa atividade é frequentemente apontada como um gargalo e possível obstáculo à perpetuação da competitividade brasileira.

Motivado por tais preocupações, o presente artigo busca elucidar os futuros desafios concernentes à logística de distribuição do etanol. Para tanto, é feito um balanço da atual estrutura logística para dis-

* Respectivamente, gerente, economista e engenheiro do Departamento de Biocombustíveis da Área Industrial do BNDES e doutorando em economia e pesquisador do grupo Esalq-LOG. Os autores agradecem as sugestões e os comentários de Adely Maria Branquinho das Dores, chefe do Departamento de Logística do BNDES, Luciano Rodrigues, assessor econômico da Unica, e José Eduardo Holler Branco, pesquisador do Esalq-LOG e doutorando em engenharia de transportes pela EESC-USP. Colaboraram André Moraes Tambelli, Carolina de Freitas Oliveira, Daniel Gerard Eijssink, Diogo Galvão Levez e Roberto Fray da Silva, pesquisadores do grupo Esalq-LOG.

tribuição do etanol no Brasil. Além disso, por meio de projeções de volume e distribuição geográfica da oferta e da demanda, considerando um modelo matemático de minimização dos custos logísticos totais de distribuição do etanol, é estimada a estrutura logística necessária e adequada para dar suporte a tais projeções.

Por fim, é abordado o apoio passado do BNDES ao segmento de logística de etanol ou a ativos destinados a essa finalidade. Procura-se avaliar a futura atuação do Banco à luz dos diferentes cenários construídos.

Introdução

Os biocombustíveis têm sido objeto de crescente interesse nos últimos anos, uma vez que sua utilização contribui para reduzir a emissão de gases ligados ao efeito estufa e, portanto, para mitigar o aquecimento global. Diante desse cenário, posição de destaque é reservada ao etanol de cana-de-açúcar produzido no Brasil, que apresenta elevada produtividade agrícola e industrial. Assim, a partir de meados da presente década, o aumento da demanda interna e a perspectiva de formação de um mercado internacional de etanol fundamentaram a expansão do plantio de cana-de-açúcar, que avançou em direção ao Triângulo Mineiro e às novas fronteiras agrícolas no Centro-Oeste. É importante destacar que essas regiões possuem vasta disponibilidade de terras agricultáveis, que, não raro, apresentam topografia adequada à mecanização e características edafoclimáticas favoráveis à cultura da cana.¹

De fato, o atual ciclo mostrou-se sem precedentes na história. A área plantada com cana-de-açúcar passou de 5,8 milhões de hectares para cerca de 8,5 milhões de hectares entre 2005 e 2009. Em linha com o expressivo aumento da produção agrícola – atualmente superior a 550 milhões de toneladas de cana –, muitas das unidades industriais existentes realizaram expansão em sua capacidade de processamento. Além disso, mais de 100 novas unidades entraram em operação entre 2005 e 2009. Diante desse cenário, os desafios logísticos, que já se apresentavam significativos nos fluxos tradicionais de distribuição do etanol, foram substancialmente recrudescidos.

¹ Essas características favoráveis foram levadas em consideração na formulação do Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar (ZAE-Cana) pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), o qual foi aprovado pelo Decreto Federal 6.961/2009. Esse instrumento delimita as áreas com maior aptidão para a expansão do plantio de cana. Por meio do ZAE-Cana, ficam proibidas para cultivo, por exemplo, áreas cobertas por vegetação nativa, a Bacia do Alto Paraguai e os biomas do Pantanal e da Amazônia. Todas essas informações foram consideradas ao longo de todo o trabalho.

Por conta desse novo patamar em que se encontra o mercado de etanol, os investimentos em armazenagem, distribuição e comercialização desse produto devem acompanhar o aumento da sua produção e, principalmente, da abertura de novas oportunidades de mercados. Desse modo, a construção e a melhoria da estrutura de portos, rodovias e ferrovias, bem como o desenvolvimento de um sistema de alcooldutos integrado aos demais mecanismos de distribuição, são fatores relevantes para a manutenção da posição de destaque do Brasil no mercado mundial de etanol e na expansão do mercado interno.

O presente artigo busca evidenciar os atuais obstáculos e apontar os futuros desafios concernentes à logística da distribuição e da comercialização do etanol. Para tanto, está estruturado da seguinte maneira (além desta introdução). Na seção seguinte, são analisadas algumas questões referentes à presente condição da oferta e da demanda de etanol; além disso, são feitas projeções e apresentadas algumas tendências para a localização futura da oferta e da demanda; essas informações subsidiarão a discussão dos demais tópicos. Na terceira seção, é feito um balanço da atual estrutura logística para etanol no Brasil, apontando para as ineficiências que permeiam esse sistema. Já na quarta seção, em face do cotejo entre oferta e demanda (futuras e regionalizadas) projetadas anteriormente, será estimada a estrutura necessária de logística para dar o suporte a um cenário de grandes exportações e de frota *flex* crescente. Na quinta seção, é abordado o apoio passado do BNDES ao segmento de logística de etanol ou a ativos destinados a essa finalidade; além disso, procura-se dar destaque à futura atuação do Banco nos cenários construídos ao longo do artigo. Por fim, são apresentadas breves considerações finais.

Mercado de etanol

Depois de décadas sofrendo com a forte incerteza institucional e econômica, o mercado nacional de etanol recobrou seu vigor em 2003, ano do advento da tecnologia de motores *flex fuel*. Desde então, a demanda por etanol hidratado apresentou um crescimento acumulado de aproximadamente 310%.² Esse crescimento vertiginoso

² Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, o consumo de etanol hidratado em 2003 era de cerca de 3,25 bilhões de litros, enquanto em 2008 o consumo era de 13,3 bilhões de litros. A Região Sudeste foi responsável por 70% do aumento total da demanda (só o estado de São Paulo, por 58%).

pode ser atribuído justamente ao surgimento dos veículos flexíveis, cuja evolução das vendas³ tem se tornado o pilar de sustentação da demanda por etanol.

Na esteira da demanda, a oferta do produto também evoluiu significativamente. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), a produção de etanol era de 14,6 bilhões de litros na safra 2003-2004 e alcançou 27,5 bilhões de litros na safra 2008-2009. A ascensão dos automóveis *flex*, portanto, confere novo *status* ao mercado brasileiro de etanol, uma vez que proporciona demanda potencial no curto prazo – cuja concretização vai depender da relação entre os preços do etanol e da gasolina para o consumidor final⁴ – e perspectiva de crescimento sustentado no longo prazo, com a substituição paulatina dos veículos movidos a gasolina pelos veículos flexíveis no total da frota nacional.

Apesar desse retrospecto positivo nos últimos anos, algumas regiões brasileiras ainda não se converteram em grandes consumidoras de etanol. Vários estados não produtores, mas com potencial de consumo, têm fraca demanda justamente por estarem muito distantes dos centros produtores. As longas distâncias a serem percorridas encarecem os preços do etanol hidratado e, conseqüentemente, tornam a paridade de preços algo desfavorável ao consumidor final. A Tabela 1 apresenta a paridade dos preços ao consumidor do etanol hidratado e da gasolina.⁵

A situação mais desfavorável ao etanol ocorre na Região Norte, onde quase não há produção de cana-de-açúcar. Ademais, com exceção de Tocantins e Rondônia (próximos de Goiás e de Mato Grosso, respectivamente), nenhum outro estado da região fica perto de um grande centro produtor. Como visto, essa situação reflete-se na paridade desfavorável entre o preço do etanol e o da gasolina em quase toda a região (ver Tabela 1).

³ Segundo dados fornecidos pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – Anfavea, as vendas de veículos *flex* representam hoje cerca de 90% das vendas totais de automóveis. Como resultado, a participação dos veículos *flex* na frota total de automóveis vem crescendo ao longo dos anos, atingindo a marca de aproximadamente 24% em 2008.

⁴ Do ponto de vista energético, o preço do etanol deve corresponder a 70% do preço da gasolina para que o consumidor se torne indiferente entre os dois combustíveis no momento de abastecer seu veículo.

⁵ O preço anual dos dois combustíveis foi calculado com base na média dos preços mensais fornecidos pela ANP.

Tabela 1 | Paridade anual dos preços ao consumidor de etanol hidratado e gasolina C (em %)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Região Norte						
Rondônia	0,73	0,67	0,69	0,79	0,71	0,69
Acre	0,75	0,73	0,73	0,77	0,71	0,71
Amazonas	0,80	0,72	0,69	0,80	0,72	0,73
Roraima	0,87	0,79	0,77	0,78	0,78	0,80
Pará	0,86	0,82	0,82	0,88	0,81	0,78
Amapá	0,85	0,84	0,81	0,85	0,83	0,82
Tocantins	0,70	0,63	0,63	0,73	0,63	0,64
Região Nordeste						
Maranhão	0,82	0,79	0,76	0,74	0,66	0,65
Piauí	0,80	0,76	0,77	0,85	0,74	0,73
Ceará	0,75	0,65	0,66	0,70	0,65	0,70
Rio Grande do Norte	0,76	0,68	0,69	0,71	0,64	0,70
Paraíba	0,71	0,69	0,68	0,73	0,69	0,72
Pernambuco	0,69	0,64	0,64	0,69	0,61	0,64
Alagoas	0,65	0,61	0,62	0,69	0,62	0,65
Sergipe	0,75	0,70	0,73	0,80	0,75	0,73
Bahia	0,75	0,70	0,71	0,69	0,63	0,65
Região Sudeste						
Minas Gerais	0,71	0,66	0,69	0,78	0,69	0,67
Espírito Santo	0,65	0,59	0,63	0,75	0,69	0,67
Rio de Janeiro	0,66	0,62	0,65	0,73	0,66	0,66
São Paulo	0,57	0,49	0,52	0,58	0,53	0,54
Região Sul						
Paraná	0,60	0,56	0,60	0,67	0,60	0,59
Santa Catarina	0,68	0,64	0,65	0,70	0,67	0,67
Rio Grande do Sul	0,70	0,64	0,67	0,80	0,69	0,69
Região Centro-Oeste						
Mato Grosso do Sul	0,69	0,65	0,64	0,70	0,63	0,64
Mato Grosso	0,66	0,62	0,61	0,67	0,51	0,51
Goiás	0,66	0,61	0,60	0,64	0,57	0,61
Distrito Federal	0,72	0,71	0,71	0,73	0,66	0,72

Fonte: Elaboração própria com base em dados da ANP.

Com 18% das usinas e cerca de 7% da produção total de etanol hidratado do Brasil,⁶ a Região Nordeste tem parte de sua demanda ainda reprimida. Os principais produtores regionais – Alagoas, Pernambuco e Paraíba – são os maiores exportadores de etanol para os demais estados da região. Contudo, a paridade de preços é recorrentemente desfavorável em alguns estados, como Bahia, Piauí, Sergipe e Rio Grande do Norte. A Tabela 2 apresenta o saldo estadual da produção de etanol hidratado.

A Região Sudeste é a maior produtora de etanol do Brasil, com especial destaque para o estado de São Paulo, responsável por cerca de 60% da produção nacional de etanol hidratado em 2008.⁷ Por ser também a região mais desenvolvida do país, o Sudeste também é o maior centro consumidor do produto. Em outros termos, a produção se dá no mesmo espaço do consumo. Por conta disso, e também por possuir melhor infraestrutura logística de distribuição, a paridade de preços no Sudeste é majoritariamente favorável durante quase todo o período analisado. Novamente, deve-se destacar o estado de São Paulo, onde a paridade média de 2008 foi de 53,6%.⁸ Além disso, nesse mesmo ano, o estado possuía um excedente de etanol (anidro e hidratado) de cerca de 7,6 bilhões de litros, o que o torna o principal exportador líquido desse combustível para o restante do país.

A Região Centro-Oeste, por sua vez, tem uma dinâmica similar à do Sudeste, ou seja, o mercado consumidor encontra-se muito próximo da produção. Todavia, a produção de etanol da região é muito maior que seu consumo. Como resultado, o Centro-Oeste também tem grande volume excedente de etanol, o que lhe confere enorme potencial de exportação, seja para os demais estados, seja para o exterior.

⁶ Segundo dados disponibilizados pelo Mapa.

⁷ Segundo dados do Mapa, São Paulo figurava na primeira colocação no *ranking* de produção de hidratado em 2008, seguido de Minas Gerais e Paraná.

⁸ É importante sublinhar que a política tributária paulista privilegia o consumo do etanol, uma vez que a alíquota de ICMS que incide sobre o produto é de 12%, enquanto a alíquota incidente desse imposto sobre a gasolina é de 25%.

Tabela 2 | Saldo líquido (mil m³) de etanol hidratado nas grandes regiões e unidades da federação (2003-2008)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Total	2.393	2.276	3.165	3.665	4.886	4.266
Região Norte	(41,9)	(45,7)	(49,1)	(38,7)	(95,7)	(162,9)
Rondônia	(11,9)	(12,7)	(13,6)	(10,6)	(21,5)	(40,6)
Acre	(3,7)	(3,8)	(4,0)	(4,1)	(6,4)	(9,5)
Amazonas	(8,2)	(8,9)	(13,0)	(10,6)	(24,2)	(46,7)
Roraima	(0,6)	(0,6)	(0,7)	(1,3)	(2,3)	(2,9)
Pará	(4,5)	(5,9)	(3,3)	0,9	(8,1)	(6,3)
Amapá	(0,9)	(0,8)	(0,9)	(0,9)	(1,5)	(2,8)
Tocantins	(12,2)	(13,1)	(13,5)	(12,0)	(31,8)	(54,1)
Região Nordeste	503,8	578,5	447,5	294,0	224,5	(24,1)
Maranhão	(3,0)	0,5	(0,2)	3,7	(39,6)	(46,9)
Piauí	(11,1)	(11,9)	(9,1)	(0,1)	(18,9)	(16,9)
Ceará	(33,9)	(35,5)	(39,5)	(65,1)	(72,4)	(146,0)
Rio Grande do Norte	13,7	14,1	12,6	(4,8)	145,5	(47,9)
Paraíba	101,3	126,6	137,7	110,9	148,5	123,5
Pernambuco	122,0	82,4	34,7	4,8	235,9	17,2
Alagoas	331,1	424,3	334,1	294,0	(39,0)	411,2
Sergipe	15,6	19,0	25,5	17,7	38,4	(0,3)
Bahia	(31,8)	(41,1)	(48,4)	(67,1)	(174,0)	(318,0)
Região Sudeste	1.379,4	1.385,7	2.091,9	2.495,8	3.297,7	3.325,1
Minas Gerais	26,0	8,4	134,4	319,8	565,2	676,8
Espírito Santo	12,0	9,9	(4,3)	5,0	17,9	(11,8)
Rio de Janeiro	(33,0)	(8,2)	(96,5)	(164,7)	(266,1)	(587,9)
São Paulo	1.374,4	1.375,5	2.058,2	2.335,7	2.980,7	3.248,0
Região Sul	45,7	(144,0)	(227,1)	(7,6)	399,8	(134,1)
Paraná	346,4	217,1	134,7	338,7	855,5	560,7
Santa Catarina	(155,0)	(173,9)	(175,3)	(193,1)	(242,4)	(376,2)
Rio Grande do Sul	(145,7)	(187,2)	(186,6)	(153,3)	(213,3)	(318,6)
Região Centro-Oeste	506,06	501,07	901,78	921,32	1059,37	1262,15
Mato Grosso do Sul	191,25	168,78	330,25	372,10	553,96	542,75
Mato Grosso	273,06	304,92	365,04	413,42	378,98	269,37
Goiás	130,91	103,58	284,06	216,66	276,65	624,80
Distrito Federal	(89,17)	(76,20)	(77,56)	(80,86)	(150,22)	(174,78)

Fonte: Elaboração própria com base em dados de ANP/SAB. Dados até 2006, conforme a Portaria CNP 221/1981. Dados a partir de 2007 conforme a Resolução ANP 017/2004.

Nota: Até 2006 inclui as vendas e o consumo próprio das distribuidoras. A partir de 2007, inclui apenas as vendas.

Por fim, a produção da Região Sul resume-se ao estado do Paraná, responsável por 8,3% da oferta nacional de etanol hidratado em 2008. Entretanto, a despeito de seu excedente exportável (cerca de 560 milhões de litros), o Paraná não conseguiu atender a toda a demanda da região, que apresentou um déficit de aproximadamente 134 milhões de litros em 2008. O estado de Santa Catarina, por estar mais próximo da produção, tem apresentado consumo superior de etanol hidratado quando comparado ao estado do Rio Grande do Sul. Por outro lado, o Rio Grande do Sul possuía uma frota de veículos 55% superior à frota de Santa Catarina. A explicação para esse baixo nível de consumo reside na paridade de preços dos combustíveis, que se tem revelado desfavorável no Rio Grande do Sul ou muito próxima do limite.

Para viabilizar o consumo nos estados mais distantes, entende-se que as questões concernentes à infraestrutura e à logística devam ser enfrentadas. Nesse sentido, procura-se projetar a oferta e a demanda futuras de etanol entre os anos de 2010 e 2019 e, nas próximas seções, identificar a infraestrutura logística necessária e adequada para dar conta do crescimento da produção e do consumo.

A demanda futura

Como destacado em estudo coordenado por Leite e Cortez (2005), o mercado brasileiro de etanol deve se desenvolver sobremaneira nos próximos anos, basicamente em virtude de diversos fatores que convergirão para o crescimento sustentado da demanda, em especial aqueles relacionados direta ou indiretamente com o petróleo.

Em primeiro lugar, o petróleo tem uma dimensão econômica. Por ser um recurso natural não renovável, a tendência é que ele se torne um bem cada vez mais escasso.⁹ Além disso, as reservas ainda a serem exploradas apresentam custos elevados de extração. *Ceteris paribus*, a resultante mais provável é um aumento (tendencial) de preço dessa *commodity* ao longo dos anos. Em segundo lugar, há uma dimensão geopolítica que, em termos práticos, implica a busca de alternativas energéticas a uma *commodity* produzida por um cartel, a Organização dos Países Exportadores de Petróleo – Opep. Em terceiro lugar, há uma dimensão ambiental que tem ganhado expressiva atenção nos anos recentes. O petróleo foi eleito um dos grandes vilões por trás do aquecimento global, fenômeno que se pode intensificar nas próximas

⁹ Para uma análise mais detalhada desse processo, ver Rosa (2007).

décadas. Por fim, mas não menos importante, o surgimento dos carros *flex* concedeu ao consumidor a opção de substituir a gasolina pelo etanol, ao mesmo tempo que conferiu ao mercado doméstico o papel de protagonista do crescimento sustentado da demanda nos próximos anos.

Milanez *et al.* (2008) fazem considerações parecidas no que tange aos fatores propulsores do mercado de etanol. A partir delas, projetam a oferta e a demanda para o período 2007-2015. Aqui, seguiremos algumas das premissas utilizadas pelos autores, atualizando alguns dos dados de suas projeções. Nosso horizonte temporal estende-se de 2010 a 2019.

Dentre os pressupostos utilizados em Milanez *et al.* (2008), destacam-se os seguintes:

- *Etanol industrial*: demanda de 5% da produção estimada em 2010 e crescimento de 5% ao ano a partir de então, um pouco mais conservador que aquele sugerido pelo artigo original.
- *Mercado externo*: a despeito dos fatores que apontam para um crescimento da demanda mundial por etanol, ainda não há um mercado internacional constituído; assim, optou-se pela construção de três cenários com taxas de crescimento arbitrárias: no cenário 1, admite-se um crescimento de 5% ao ano; no cenário 2, admite-se um crescimento de 10% ao ano; no cenário 3, um crescimento de 15% ao ano; todos os cenários têm 2009 como ano-base.¹⁰
- *Etanol destinado ao mercado automotivo* – os dados de consumo de combustíveis no ano-base de 2009 são aqueles fornecidos pela ANP; para o tamanho da frota de automóveis, utilizaram-se os dados fornecidos pela Anfavea, pelo Departamento Nacional de Trânsito – Denatran e pelo Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores – Sindipeças:
 - veículos com motor a etanol: redução de 100% da frota até o fim do período analisado, mantendo-se constante o consumo médio de etanol hidratado por veículo em 2009; admite-se que as vendas internas desses veículos sejam desprezíveis durante todo o período;

¹⁰ Contudo, é possível pensar em um aumento mais significativo das exportações a partir de 2015, ano em que a demanda de etanol de milho nos Estados Unidos deve atingir seu pico, segundo programação da Renewable Fuel Standard – RFS, programa de combustíveis renováveis desse país. Diante disso, a demanda excedente por etanol deverá ser atendida por outras fontes, como o etanol celulósico e o etanol avançado, classificação em que se insere o etanol proveniente da cana-de-açúcar.

- veículos com motor a gasolina: redução de 4,5% ao ano da frota até o fim do período analisado, mantendo-se constante o consumo médio por veículo em 2009 e constante a proporção de 25% de etanol anidro misturado à gasolina; por simplificação, as vendas internas desses veículos foram consideradas desprezíveis durante todo o período;
- veículos com motor *flex*: crescimento das vendas de 5% ao ano, com base no cenário médio da Anfavea para as vendas internas a partir de 2009; diferentemente de Milanez *et al.* (2008), optou-se pela construção de um único cenário, no qual 70% da frota *flex* utiliza etanol hidratado e 30% utilizam gasolina C (com 25% de anidro), mantendo-se constante o consumo médio desses combustíveis por veículo em 2009.

A Tabela 3 apresenta os resultados dessa projeção.

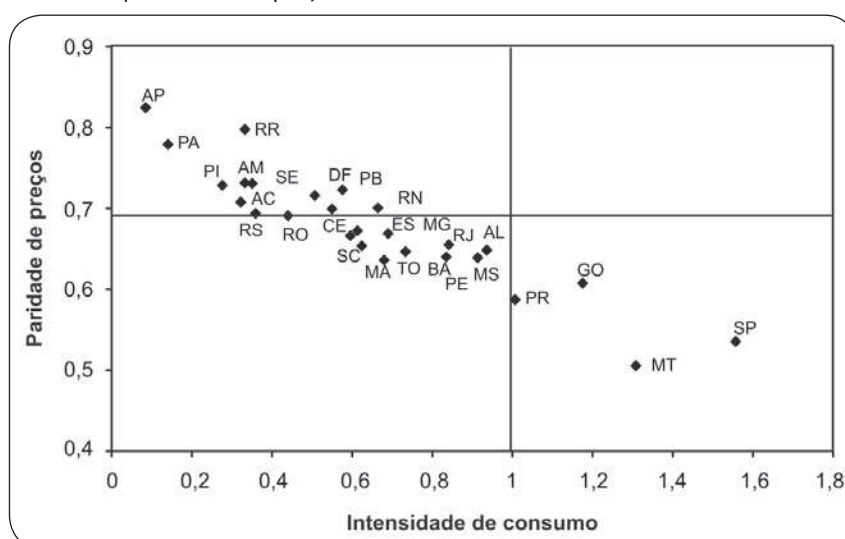
Tabela 3 | Estimativa de crescimento da demanda por etanol (em bilhões de litros)

Destinação	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Hidratado (carro a etanol)	3,9	3,5	3,0	2,6	2,2	1,7	1,3	0,9	0,4	-
Hidratado (carro <i>flex</i>)	15,6	19,1	22,8	26,7	30,9	35,2	39,7	44,4	49,4	54,7
Anidro (carro <i>flex</i>)	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3
Anidro (carro a gasolina)	5,0	4,8	4,6	4,4	4,2	4,0	3,8	3,7	3,5	3,3
Industrial	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
Exportações 5% a.a.	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	4,7	5,2	5,7	6,2	6,9
Exportações 10% a.a.	3,9	4,2	4,7	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5	8,3	9,1
Exportações 15% a.a.	4,0	4,6	5,3	6,1	7,0	8,1	9,3	10,7	12,3	14,2
Total (exp. 5%)	30,6	34,0	37,6	41,5	45,6	49,9	54,7	59,8	65,3	71,1
Total (exp. 10%)	30,8	34,4	38,2	42,4	46,7	51,4	56,4	61,7	67,3	73,3
Total (exp. 15%)	30,9	34,8	38,9	43,4	48,1	53,3	58,9	64,9	71,4	78,4

Fonte: Elaboração própria com base em dados da ANP.

Para uma análise mais completa, a intensidade relativa de consumo estadual de etanol também deve ser levada em consideração.¹¹ Grosso modo, se um determinado estado apresentar valor menor que a unidade para esse indicador, há indícios de existência de demanda reprimida nessa localidade. Como pode ser depreendido do Gráfico 1, a maioria dos estados brasileiros apresentou intensidade relativa de consumo inferior à unidade para o ano de 2008. Ao mesmo tempo, boa parte desses

Gráfico 1 | Paridade de preços x Intensidade de consumo – 2008



Fontes: ANP e Anfavea; elaboração própria.

¹¹ A intensidade relativa de consumo estadual de etanol é:

$$\frac{Ce/Fe}{[Ce+(Cg/0,7)]/Fe}$$

Em que:

Ce é participação de cada estado no consumo nacional de etanol hidratado; Fe é a participação da frota de veículos de cada estado na frota nacional de veículos; e Cg é a participação de cada estado no consumo nacional de gasolina C .

O numerador da expressão acima é a intensidade de consumo de etanol hidratado em cada estado, enquanto o denominador é a intensidade de consumo de combustíveis (etanol e gasolina C equivalente em etanol) em cada estado. A ideia fundamental desse denominador é retirar o efeito da diferenciação estadual na intensidade de uso dos automóveis. Como não há dados disponíveis sobre a distribuição regional e estadual da frota *flex*, parte-se do pressuposto de que essa distribuição da frota total reflete a participação de cada estado na frota nacional de veículos.

estados apresentou paridade de preços inferior ao limite técnico (70%). Esse fato pode sugerir que, na prática, os consumidores optem pela troca de combustível em um nível de paridade inferior ao teoricamente estabelecido. Assim, a paridade de preços desfavorável ao etanol é a causa maior de uma demanda reprimida refletida nos valores de intensidade relativa de consumo desse combustível.

A regionalização da demanda

Com o propósito de apontar a necessidade futura de infraestrutura e logística para a distribuição e comercialização do etanol, é pertinente identificar ao menos a tendência da distribuição geográfica da demanda. Para tanto, a Tabela 4 apresenta as previsões estaduais de demanda de etanol, as quais se basearam em um crescimento proporcional do consumo estadual de 2009, multiplicado por um fator de alteração de intensidade relativa de consumo de etanol (calculado pela razão entre a intensidade de consumo de etanol atual e a futura). Admitiu-se que em 2019 haveria três faixas de intensidade relativa de consumo de etanol: 0,6 para baixo consumo; 1,0 para consumo médio; e 1,4 para alto consumo. A distribuição estadual das faixas de consumo baseou-se na proximidade dos estados das regiões produtoras e na disponibilidade de infraestrutura de transporte em cada estado.

Todos os estados da Região Norte, exceto Rondônia e Tocantins, foram classificados como de baixa capacidade de consumo. Rondônia e Tocantins foram classificados como de média intensidade de consumo, assim como todos os estados do Nordeste. No Sudeste e Centro-Oeste, incluindo o Distrito Federal, espera-se alta capacidade de consumo em todos os estados, com exceção de Rio de Janeiro e Espírito Santo, classificados como de média intensidade de consumo. No Sul, o Paraná foi pressuposto como de alta intensidade de consumo, Santa Catarina como de média e Rio Grande do Sul como de baixa.

Tabela 4 | Demanda estadual por etanol em 2019 (em bilhões de litros)

Região/Estado	Mercado interno
Total	62,300
Região Norte	2,178
Rondônia	0,384
Acre	0,083
Amazonas	0,460
Roraima	0,070
Pará	0,636
Amapá	0,093
Tocantins	0,452
Região Nordeste	7,916
Maranhão	0,949
Piauí	0,430
Ceará	1,153
Rio Grande do Norte	0,587
Paraíba	0,644
Pernambuco	1,373
Alagoas	0,360
Sergipe	0,351
Bahia	2,068
Região Sudeste	36,590
Minas Gerais	7,615
Espírito Santo	0,924
Rio de Janeiro	3,285
São Paulo	24,765
Região Sul	8,772
Paraná	3,634
Santa Catarina	2,609
Rio Grande do Sul	2,529
Região Centro-Oeste	6,845
Mato Grosso do Sul	0,993
Mato Grosso	1,137
Goiás	2,805
Distrito Federal	1,910

Fonte: Elaboração própria.

A oferta futura

Para a estimativa da oferta, será seguida a metodologia utilizada em Milanez *et al.* (2008). No geral, as premissas utilizadas serão as mesmas, com eventuais atualizações de dados.

A seguir, são reproduzidos alguns dos pressupostos utilizados no referido estudo.

- A projeção de oferta entre 2010 e 2012 será feita com base na carteira de projetos do BNDES;¹² para a participação dos projetos apoiados pelo Banco no crescimento da oferta total de etanol, foram consideradas duas hipóteses: cenário 1, com 60% do total; cenário 2, com 40% do total.¹³
- A partir de 2013, considera-se a taxa de crescimento da oferta de 10% ao ano, muito próxima da taxa média de crescimento dos últimos cinco anos.

A Tabela 5 apresenta os resultados dessa projeção.

Tabela 5 | Estimativa da produção de etanol (em bilhões de litros)

	Cenário 1	Cenário 2
2010	29,8	32,3
2011	32,4	36,2
2012	33,9	38,4
2013	37,3	42,2
2014	41,1	46,5
2015	45,2	51,1
2016	49,7	56,2
2017	54,7	61,8
2018	60,1	68,0
2019	66,1	74,8

Fonte: Elaboração própria.

¹² Ao contrário de Milanez *et al.* (2008), optou-se pela utilização apenas dos projetos aprovados e contratados, não incluindo, portanto, aqueles que se encontram em perspectiva, em decorrência da grande incerteza existente nesses casos.

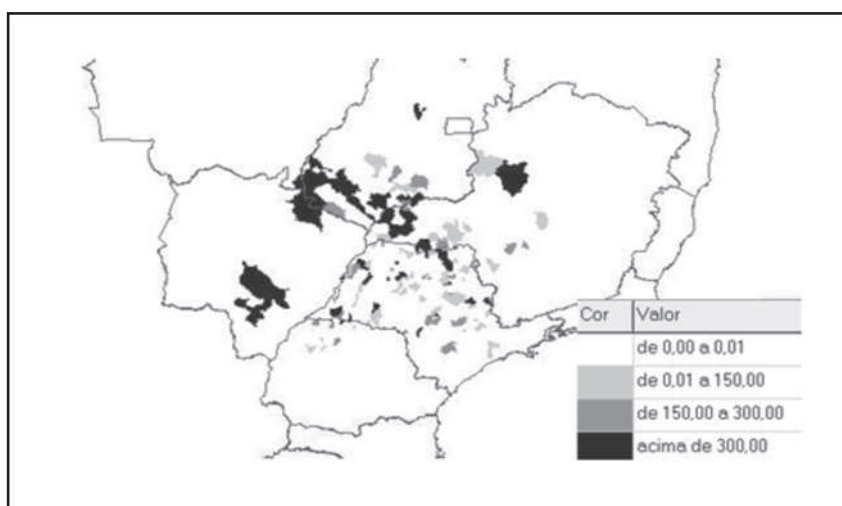
¹³ Aqui há outra diferença com relação à projeção de Milanez *et al.* (2008): enquanto os autores consideraram 60% e 80% de participação dos projetos apoiados pelo BNDES no crescimento da oferta de etanol, optou-se aqui por 60% e 40%, valores que se aproximam mais da realidade nos últimos anos.

Pode-se depreender pelos resultados dessa projeção que a oferta de etanol deverá ser capaz de acompanhar a demanda nos próximos anos. Eventuais desajustes devem ser corrigidos pelo mecanismo de preços.

A regionalização da oferta

Cabe salientar ainda que a produção de cana-de-açúcar também está se interiorizando, com especial destaque para Minas Gerais e para a Região Centro-Oeste. Entre 2010 e 2012, cerca de 80% da produção total de etanol financiada pelo BNDES ocorrerá nos estados de Goiás (35%), Mato Grosso do Sul (25%), Minas Gerais (15%) e Mato Grosso (5%). O Mapa 1 ilustra bem essa situação.

Mapa 1 | Distribuição geográfica dos projetos apoiados pelo BNDES
(em R\$ milhões)



Fonte: BNDES.

Os projetos de investimento de menor magnitude, ou seja, abaixo de R\$ 150 milhões, frequentemente destinados à ampliação de usinas existentes, têm se concentrado em regiões com significativo parque industrial instalado, cujo exemplo principal é o estado de São Paulo. Ademais, como se pode depreender, dados as restrições de área agricultável e o consequente encarecimento da terra em São Paulo, os projetos *greenfield* são de menor monta e, em geral, localizam-se na região do oeste paulista, em

áreas tradicionalmente mais especializadas na pecuária. As áreas eleitas para sediar os projetos de maior investimento são mesmo o sul do Mato Grosso do Sul, sul e sudoeste de Goiás e o oeste de Minas Gerais, sobretudo em razão do menor custo de arrendamento de terras.

A interiorização da oferta deverá tornar o etanol ainda mais competitivo no Centro-Oeste e parte do Sudeste, o que provavelmente implicará maior intensidade de consumo em estados como Minas Gerais e Espírito Santo, bem como no Distrito Federal. Contudo, para os estados da Região Norte e parte do Nordeste, a questão do custo de transporte continuará constituindo um entrave à competitividade local do etanol e, com isso, poderá impedir que o potencial de consumo destacado previamente se realize de forma plena.

A Tabela 6 apresenta uma estimativa da participação dos principais estados produtores na produção de etanol em 2019. As premissas para essa estimativa basearam-se nos seguintes fatores: a) distribuição percentual estadual dos financiamentos do BNDES aprovados e contratados, visando estimar a expansão até 2012; e b) distribuição percentual estadual dos financiamentos do BNDES em análise, consulta e perspectiva, a fim de estimar a produção até 2019. Além disso, admitiu-se que o acréscimo de oferta seria gerado pela produção das novas usinas e pelo crescimento vegetativo das usinas existentes, de modo a atingir volume igual às previsões de demanda. O crescimento anual considerado foi dividido em dois níveis: para as usinas já existentes, 1% ao ano; para as novas unidades, 5% ao ano a partir de 2012.

Tabela 6 | Participação na produção de etanol em 2019

Unidade da federação	Participação na produção (%)
São Paulo	40,6
Goiás	18,6
Minas Gerais	17,1
Mato Grosso do Sul	12,7
Paraná	3,4
Mato Grosso	1,8
Outros	5,8

Fonte: Elaboração própria.

Deve-se salientar que a produção das novas usinas foi ponderada por um índice de intensidade de *mix* de produção de etanol.¹⁴ A intenção desse índice foi representar a divisão da produção entre açúcar e etanol nas usinas. Considerou-se que toda a Região Centro-Oeste teria alta intensidade de *mix* de produção de etanol, enquanto Paraná, Minas Gerais e outros estados produtores teriam média intensidade de produção. Apenas São Paulo foi considerado com baixo índice de intensidade de álcool. Como se espera que as unidades produtoras de açúcar de São Paulo tenham vantagens competitivas (logísticas em relação ao Centro-Oeste e de eficiência em relação ao Nordeste) para a exportação, prevê-se que a produção do estado seja mais açucareira que a média nacional.¹⁵

Em benefício da simplificação da análise, as projeções de oferta basearam-se na carteira de projetos do BNDES. Entretanto, em razão da existência de bancos de desenvolvimento dedicados às regiões Norte e Nordeste, como são os casos do Banco do Nordeste e do Banco da Amazônia, as projeções de oferta apresentam um viés em relação ao Centro-Sul do país, onde se encontra a maior parte dos novos projetos sucroalcooleiros.

Estrutura logística existente para o etanol¹⁶

O aumento da demanda pelo etanol e seu consequente estímulo à expansão da fronteira da produção sucroalcooleira têm sido acompanhados pela ampliação e pela reestruturação do atual sistema de transporte e armazenagem de combustíveis no país. As principais alterações da atual estrutura estão voltadas para a busca por ganhos de competitividade logísticos por meio da atualização de equipamentos e de investimentos em novas vias.

Ao longo desta seção, são apresentados indicadores dos principais investimentos e detalhes operacionais do sistema logístico existente e projetado para a distribuição do etanol ao mercado brasileiro e mundial.

Rodoviário

A predominância da modalidade rodoviária no transporte de etanol deve-se à sua competitividade em rotas curtas e baixo volume de carga.

¹⁴ Esse indicador é necessário, uma vez que os financiamentos do BNDES são estimados em valores de moagem da cana-de-açúcar. Para uma apropriada conversão desse valor em produção de etanol, realiza-se a diferenciação estadual no *mix* de intensidade de produção de açúcar e etanol.

¹⁵ Os valores de intensidade de produção utilizados foram de 0,8, 1,0 e 1,2 para as faixas baixa, média e alta, respectivamente.

¹⁶ Tópico fundamentado em pesquisas do Esalq-LOG baseadas em Xavier (2008) e relatórios de projetos de extensão do mesmo grupo.

As usinas estão situadas, em geral, em regiões agrícolas afastadas das importantes vias de transporte e, isoladamente, não têm escalas de produção que viabilizem a utilização e os investimentos em outras modalidades de transporte. Em função disso, praticamente todo etanol deixa as usinas por meio de transporte rodoviário com destino direto às distribuidoras e portos. Em poucos casos, ocorrem as “pontas rodoviárias”, curtos trechos rodoviários até terminais de transbordo para outros modais de transporte.

Das distribuidoras, 80% do etanol parte diretamente rumo aos postos,¹⁷ enquanto o restante passa por fluxos de transferência.¹⁸ A predominância de fluxos exclusivamente rodoviários na ligação entre usinas, distribuidoras e postos destaca a possibilidade de entrega direta das usinas aos revendedores de combustíveis. A operação legal não é trivial,¹⁹ mas há casos de acordos comerciais entre usinas e distribuidoras que permitem o fluxo direto do etanol das unidades produtoras aos postos. No caso das regiões de consumo mais distantes, a concentração de carga nas bases de distribuição viabiliza o uso de outras modalidades de transporte para transferência do etanol até distribuidoras mais próximas das áreas de consumo finais.

Para que as exportações cheguem aos portos, o transporte rodoviário permanece como única alternativa para a grande maioria das usinas,²⁰ em função de características de rotas curtas, de altos custos dos transbordos intermodais e de deficiências na infraestrutura das demais modalidades no acesso aos portos.

Seguindo o crescimento de consumo de etanol, a primeira onda de investimentos em logística foi dedicada ao sistema rodoviário. A aquisição de novos equipamentos rodoviários para aumento da capacidade de transporte tem sido recorrente para as empresas prestadoras de serviços de transporte de combustíveis. Tendo em vista a ausência de estatísticas consolidadas sobre a utilização de equipamentos rodoviários específicos para a movimentação de etanol, utiliza-se aqui a descrição da frota dispo-

¹⁷ A etapa de transporte do etanol entre as bases de distribuição e postos de combustíveis é denominada de etapa ou fluxo de entrega. Essa etapa é realizada exclusivamente por caminhões, já que seus principais trechos são urbanos e de curta distância.

¹⁸ O fluxo de transferência refere-se à etapa de transporte entre as bases de distribuição de combustíveis.

¹⁹ Art. 8º da Portaria 116 da ANP, de 5 de julho de 2000, determina que exclusivamente as distribuidoras de combustíveis podem suprir os postos revendedores [ANP (2000)].

²⁰ A região de Maringá, no Paraná, atendida pela *trading* CPA, é uma das poucas exceções. Por ali, escoam por ferrovias quase 35% das exportações de etanol realizadas pelo porto de Paranaguá.

nível para transporte de granéis líquidos, uma vez que essa frota, em tese, pode ser totalmente disponibilizada para o transporte de etanol.

A Tabela 7 apresenta dados sobre a evolução dos investimentos em equipamentos rodoviários para transporte de granéis líquidos, nos quais os combustíveis são tradicionalmente as cargas mais representativas.

Tabela 7 | Licenciamento de equipamentos de transporte rodoviário (2004-2009)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Reboque ou semirreboque tanque de carbono	2.568	1.977	1.963	3.028	5.343	5.335
Reboque ou semirreboque tanque de aço inox ou alumínio	551	539	471	645	525	527
Carroceria tanque sobre chassi de caminhão*	1.366	1.251	1.231	1.494	1.776	1.714
Reboque ou semirreboque	38.163	30.035	29.012	40.209	54.486	40.509
Caminhões	82.755	80.334	76.258	98.498	122.349	109.873

Fontes: Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários – Anfir e Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – Anfavea.

* Produção entre os anos de 2004 e 2006. Produção de 2009 estimada considerando as vendas mensais médias acumuladas até novembro desse ano.

Com base nos dados da Tabela 7, pode-se destacar o crescimento médio anual de 22% entre 2004 e 2009 no licenciamento de reboques e semirreboques de tanques de carbono, principais equipamentos rodoviários utilizados nos fluxos primários,²¹ de transferência e de exportação de etanol automotivo. Por outro lado, o licenciamento de caminhões para uso geral apresentou crescimento anual de 7% para o mesmo período. Além disso, observou-se em 2009 uma redução de 26%, em relação a 2008, no licenciamento de equipamentos rodoviários de reboque e semirreboque de uso geral. Já o licenciamento de reboques e semirreboques tanques permaneceu estável no mesmo período.

Entre 2008 e 2009, também permaneceu constante o número total de licenciamento de caminhões com carroceria tanque sobre chassi, configuração típica nos fluxos de entrega de etanol. O transporte de etanol

²¹ O fluxo primário de transporte refere-se à etapa de transporte do etanol entre a usina e a base de distribuição de combustíveis.

nesses fluxos compartilha o caminhão com os demais combustíveis claros (gasolina e diesel), sendo que cada combustível ocupa diferentes compartimentos ou subdivisões da carroceria do veículo.

Os reboques e semirreboques tanques de aço inox e alumínio são equipamentos de mercado mais restrito, direcionados para o transporte de produtos de maior valor agregado, sendo comum sua utilização para o transporte de etanol industrial, principalmente para bebidas.

Considerando os dados de dezembro de 2009 do Registro Nacional dos Transportadores Rodoviários de Carga – RNTRC da Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT, os caminhões com carroceria tanque representam 4,9% do total da frota de caminhões nacionais. Supondo que essa participação de caminhões se mantenha constante na aquisição de novos equipamentos e considerando os preços médios²² de reboques, semirreboques e caminhões, estimam-se na Tabela 8 os investimentos anuais em equipamentos para transporte rodoviário de graneis líquidos.

Tabela 8 | Estimativa de investimentos anuais com aquisição de equipamentos rodoviários – 2004-2009 (em R\$ milhões)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Reboque ou semirreboque tanque de carbono	385	297	294	454	801	812
Caminhões-tanques	1.209	1.174	1.114	1.439	1.788	1.522
Total	1.594	1.470	1.409	1.893	2.589	2.334

Fontes: Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários – Anfir e Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – Anfavea.

Note-se que os crescentes investimentos em equipamentos rodoviários para o transporte de líquidos têm conseguido fazer jus ao aumento da demanda de etanol. Entretanto, esse crescimento induz a uma estrutura logística inadequada para grandes demandas, uma vez que a matriz de transporte de combustível evolui de forma insensata quando o etanol transportado por caminhão substitui a gasolina escoada por dutos. Essa estrutura logística foi primeiramente desafiada em 2008 com a falta de oferta de caminhões

²² Para a realização deste trabalho, no período entre abril e junho de 2009, realizaram-se o levantamento e a cotação de preços dos principais equipamentos utilizados no transporte do etanol pelo grupo Esalq-LOG.

e o aumento de custos de fretes durante o pico de exportação aos Estados Unidos. Dessa maneira, espera-se que: a) o planejamento e o investimento em estrutura logística do etanol permitam o desenvolvimento de um mercado mais confiável no qual grandes aumentos de demanda possam ser suportados por uma estrutura apropriada; e b) o mercado de transporte rodoviário seja coerentemente integrado e utilizado em conjunto com modais de transporte mais eficientes e indicados para a movimentação de grandes escalas de etanol a longas distâncias.

Ferroviário

O aumento das distâncias e das escalas de volumes movimentados pode contribuir para viabilizar os projetos de investimento destinados à criação de um sistema de distribuição de etanol mais competitivo e eficiente. Os primeiros investimentos na logística do etanol priorizam o aumento de eficiência na utilização dos serviços de distribuição existentes. É o caso do transporte ferroviário de etanol, cujos investimentos buscam vencer gargalos como a falta de vagões-tanques, a falta de tração das locomotivas, a baixa capacidade da linha causada por falta de manutenção, a baixa velocidade, a baixa frequência de viagens, os horários limitados de tráfego, a falta de terminais de transbordo e dificuldades de integração das diferentes concessionárias.

Em 2008, na Região Sul, concentraram-se 68,3% da movimentação ferroviária nacional de etanol e sete dos 10 principais terminais ferroviários de destino do combustível. As distâncias médias ferroviárias da região foram de 900 km (entre 500 e 2.300 km), e o volume anual transportado totalizou aproximadamente 1,6 milhão de m³ (movimentação entre 50 mil e 400 mil m³ nos principais trechos). Contribui para o bom desempenho do transporte ferroviário regional a integração dos fluxos de etanol com os derivados do petróleo. As principais origens do etanol movimentado na região, Ourinhos (SP), Maringá (PR) e Londrina (PR), são também importantes destinos para os vagões inicialmente planejados para distribuir a gasolina e o óleo diesel produzidos na base primária²³ de Araucária (PR). A Tabela 9 apresenta a evolução da movimentação ferroviária de etanol por concessionárias ferroviárias e regiões de atuação.

Na análise dos dados da Tabela 9, sobressai a recente evolução dos fluxos de etanol na malha ferroviária paulista e na malha da concessio-

²³ A classificação “base primária” refere-se às bases de distribuição localizadas junto às refinarias de petróleo, representando as bases de origem de produtos.

Tabela 9 | Evolução do transporte ferroviário de etanol – 2003-2009 (em 1.000 m³)

Ferrovia	Área de atuação	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ALL Sul	Região Sul e SP	862	977	1.144	1.133	1.366	1.614	2.731*
ALL Paulista e Norte	SP, MS e MT	-	-	29	107	159	483	
ALL Oeste	SP e MS	-	-	-	2	5	-	
FCA e EFVM	BA, ES, GO, MG, RJ, SE e SP	-	-	-	85	109	245	
CFN	AL, PE, PB, RN, CE, PI e MA	37	20	18	16	18	14	
EFC	MA e PA	-	-	-	3	5	7	
Total		899	997	1.191	1.345	1.662	2.364	2.731**

Fontes: ANTT e ALL.

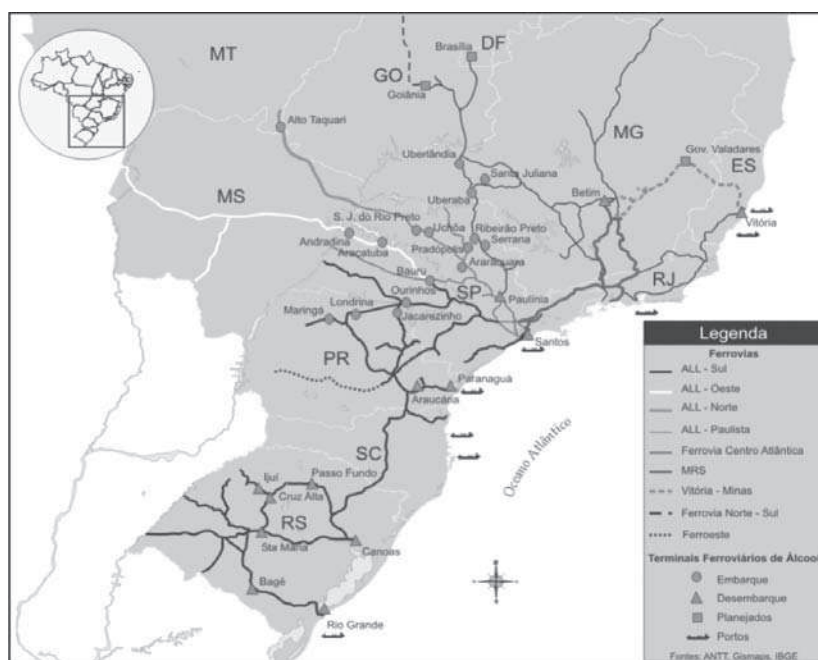
* Os fluxos alocados à ALL Sul em 2009 se referem a toda a malha da concessionária.

** Apenas os fluxos da ALL Sul foram computados.

nária Ferrovia Centro Atlântica – FCA. O crescimento de movimentação na malha paulista ocorreu em função da revitalização do terminal de descarregamento da Tequimar e da BR Distribuidora em Paulínia, além dos investimentos em terminais de carregamento existentes em algumas usinas, como em Pradópolis, e bases de distribuição (Araraquara, Bauru e São José do Rio Preto). No fim de 2008, o início das operações do Tercom (terminal de descarregamento de álcool do *pool* do Sindicom de Paulínia) deu novo impulso aos fluxos ferroviários de etanol.

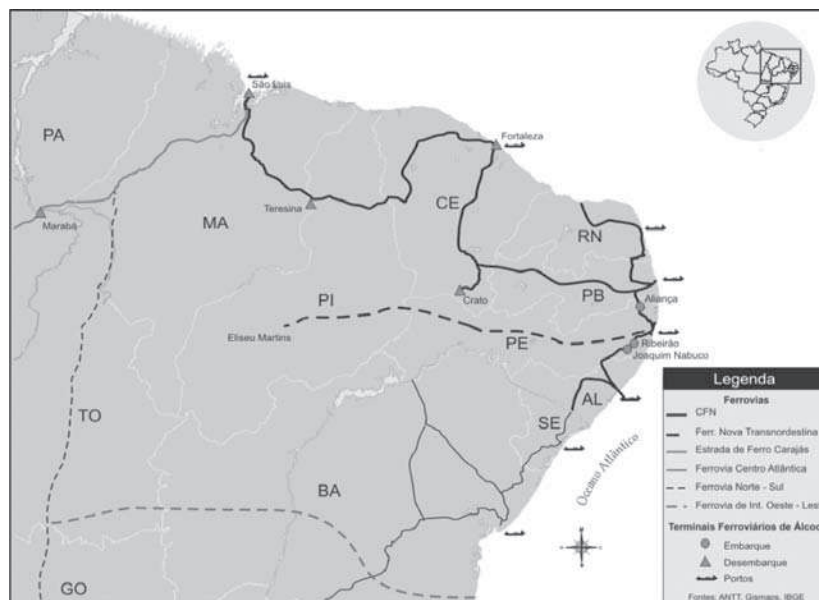
Cabe destacar que a expansão tardia do transporte ferroviário de etanol no interior paulista foi inibida pelas curtas distâncias entre as usinas e o mercado consumidor, as quais variam entre 230 e 410 km. O crescimento recente das escalas de transporte contribui para aumentar a competitividade dessa alternativa. Na malha ferroviária da FCA, por exemplo, as principais origens que vêm ampliando a movimentação de etanol são Serrana (SP), onde há terminal de carregamento de etanol de uma usina, e as bases de distribuição de Ribeirão Preto (SP) e Uberaba (MG). Os destinos mais importantes são as duas principais bases de distribuição atendidas por essa malha ferroviária: Paulínia (SP) e Betim (MG).

Mapa 2 | Terminais ferroviários de etanol no Centro-Sul



Fonte: Elaboração própria.

Mapa 3 | Terminais ferroviários de etanol no Nordeste



Fonte: Elaboração própria.

No caso das regiões Norte e Nordeste, que são servidas, respectivamente, pelas redes ferroviárias da Estrada de Ferro Carajás – EFC e pela Companhia Ferroviária do Nordeste – CFN, o crescimento da demanda de etanol não reflete um crescimento nas movimentações ferroviárias do combustível, ainda bastante tímidas.

Na Tabela 10, nota-se que, apesar do crescimento entre 2006 e 2008, tanto o etanol quanto os grãos líquidos, em geral, são produtos de pequena representatividade na movimentação total de carga através da malha

Tabela 10 | Evolução da participação do transporte ferroviário de etanol – 2006-2008 (em %)

	2006	2007	2008
Participação de grãos líquidos na movimentação ferroviária	2,9	2,5	2,6
Participação de combustíveis na movimentação ferroviária de grãos líquidos	92,3	91,5	94,1
Participação do etanol na movimentação ferroviária de combustíveis	10,9	14,0	18,3
Participação do etanol na movimentação ferroviária de grãos líquidos	10,0	12,8	17,3
Participação do etanol na movimentação ferroviária	0,3	0,3	0,4

Fonte: Elaboração própria com base em dados da ANTT.

ferroviária do país, cuja principal carga cativa é o minério de ferro. A maior participação do etanol na matriz de carga ferroviária ocorre na malha sul da concessionária ALL, onde o produto representa 4,5% da movimentação total, enquanto a média nacional foi de 0,4% em 2008.

Com a efetivação das operações de embarque nos novos terminais ferroviários de etanol, espera-se uma evolução na movimentação ferroviária do combustível na região atendida pelas concessionárias ALL e FCA, especialmente em São Paulo e Minas Gerais.

A expansão da movimentação na Região Centro-Oeste também tem boas perspectivas: inicialmente, esperam-se a evolução na utilização dos terminais de Alto Taquari e Uberlândia e, posteriormente, maiores desdobramentos em decorrência dos futuros projetos de investimentos ferroviários nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, além da finalização da construção da Ferrovia Norte-Sul – FNS. Esta, por sua vez, poderá ter impactos no ganho de competitividade no transporte do etanol do Centro-Oeste até a região do Mapito (Maranhão, Piauí e Tocantins) e Pará. Considerando ainda a integração das malhas da FNS com outros projetos de expansão da rede ferroviária em andamento, como a Ferrovia Nova Transnordestina e a Ferrovia de Integração Oeste-Leste, os ganhos logísticos podem ser estendidos a outros estados da Região Nordeste.

Dutoviário

Novos ganhos de competitividade podem ser obtidos com o início da operação dos “alcooldutos”. Entretanto, para esses investimentos se viabilizarem, os volumes movimentados de etanol deverão atingir níveis muito superiores aos atuais. Para avaliar a viabilidade econômica do investimento em uma dutovia, foram empregadas as premissas adotadas por Andriolli (2009) e Unica (2006), a saber:

- investimento – R\$ 2,2 milhões/km;
- receita – R\$ 30/m³/500 km;
- custo operacional entre 7% e 9,5% do investimento; e
- taxa interna de retorno de 13%.

Nesse cenário, para que possa ser viabilizada a construção de uma dutovia com 500 km de distância, seriam necessários cerca de 4,5 milhões de metros cúbicos de etanol por ano. Desse modo, a ligação entre grandes regiões concentradoras de carga e grandes regiões metropolitanas consumidoras possibilitará a geração de fluxos suficientes para viabilizar investimentos em trechos de dutos. A evolução do comprimento desses

duto se daria na medida em que se elevasse a produção nas novas fronteiras, bem como a demanda na região atendida pelo duto.

Atualmente, a utilização de dutos para a movimentação de etanol é limitada a poucas rotas de curtas distâncias, ligando a refinaria de Paulínia ao Rio de Janeiro e a de Araucária a Paranaguá e bases de Santa Catarina (Tabela 11). Durante o intervalo de 2003 a 2008, a evolução da movimentação dutoviária anual de etanol foi de 31%, mas, ainda assim, inferior à evolução do consumo de etanol hidratado no período. Analisando o fluxo total de combustíveis nos polidutos existentes, observa-se a participação secundária do etanol. Apenas nos dutos ligando Araucária a Itajaí e este a Florianópolis, os fluxos de etanol representam mais de 10% do volume total de combustíveis claros movimentados.

Tabela 11 | Evolução da movimentação anual dutoviária de etanol – 2003-2008 (em 1.000 m³)

Trecho	Distância (km)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009*
Araucária (PR)-Itajaí (SC)	200	261	290	283	263	327	390	356
Paulínia (SP)-Guararema (SP)	153	12	53	185	285	79	250	144
Guararema (SP)-Duque de Caxias (RJ)	372	12	45	138	211	133	237	194
Itajaí (SC)-Florianópolis (SC)	66	89	99	102	88	117	134	116
Barueri (SP)-Paulínia (SP)	99	50	5	37	63	40	85	127
Araucária (PR)-Paranaguá (PR)	93	16	5	23	21	19	17	12
Diversos		-	9	-	31	2	6	9
Total		440	507	766	962	717	1.118	958

Fonte: Transpetro.

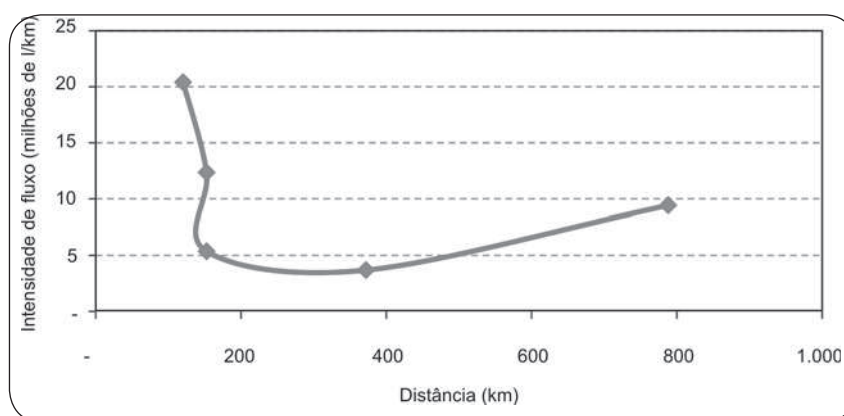
* Valor acumulado até novembro de 2009.

Em comparação com os demais combustíveis, a movimentação dutoviária de etanol representa apenas 1,8% dos fluxos totais, sendo mais de 20 vezes inferior aos fluxos do diesel e quase 10 vezes inferior aos da gasolina. Nesse sentido, o aumento das escalas de movimentação de etanol contribuirá

para a criação de estrutura e a diminuição dos altos custos de transbordos de descarregamento rododutoviário, incomuns para os demais tipos de combustíveis e um grande impeditivo à movimentação dutoviária do biocombustível.²⁴ Outro fator que inibe a utilização do sistema de dutovias atualmente se refere à necessidade de volume mínimo e lastro operacional, exigidos pela operadora dos dutos (Transpetro), o que acaba inviabilizando o transporte dutoviário de pequenos volumes e baixa periodicidade.

O Gráfico 2 apresenta a intensidade de uso dos atuais dutos da Transpetro que têm comprimento superior a 100 km. Uma vez que os dutos já existem e operam, esse indicador destaca que um novo projeto dutoviário se viabiliza, considerando uma meta conservadora, com fluxos de 10 milhões de litros por quilômetro de duto.

Gráfico 2 | Intensidade de fluxos dutoviários em dutos maiores que 100 km



Fonte: Elaboração própria com base em dados da Transpetro.

O início das operações dos *alcooldutos* pode trazer novos paradigmas a esse tipo de movimentação. Os principais projetos são os seguintes:

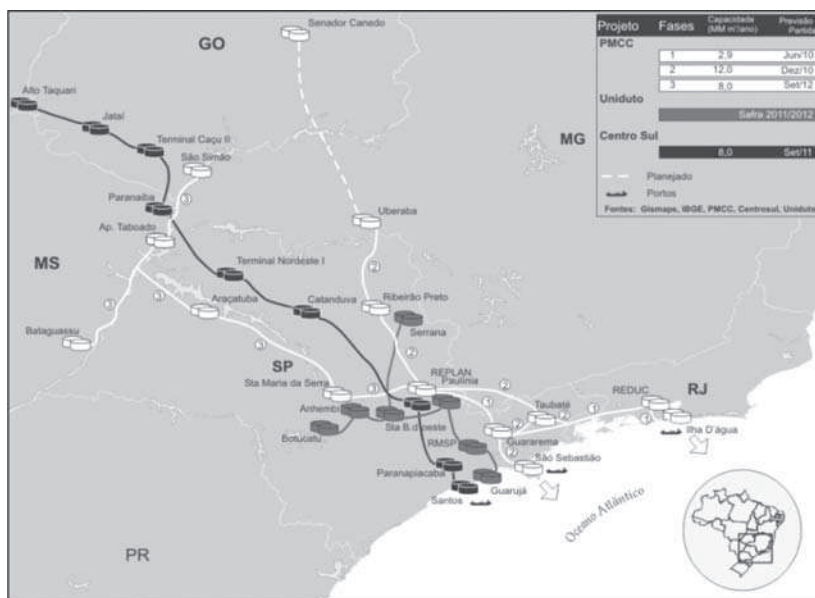
- 1) O projeto de corredor de etanol proposto pela Petrobras, atualmente administrado pelo grupo PMCC,²⁵ tem o objetivo de implementar um sistema de escoamento de etanol desde o Brasil Central até o porto de São Sebastião. O Mapa 4 destaca a configuração

²⁴ Um exemplo de dificuldade é verificado em Paulínia. Na cidade, apenas um terminal de descarregamento ferroviário, de propriedade de uma distribuidora, tem possibilidade de transbordo direto ao duto Osrio (Paulínia-Guararema-Rio de Janeiro), enquanto os dois outros necessitam realizar operações de transbordo ferroviário e rododutoviário.

²⁵ Associação realizada pelas empresas Petrobras, Mitsui e Camargo Corrêa para o desenvolvimento do projeto do *alcoolduto*.

dos principais trechos, do cronograma e da capacidade de fluxo projetada. A primeira fase do projeto planeja obras de adaptação da forma de uso e ampliação da estrutura do terminal da refinaria de Paulínia e do terminal terrestre de Guararema (SP). No estado do Rio de Janeiro, destino final do etanol originado em Paulínia, as obras abrangem terminais terrestres, além de melhorias no sistema de carregamento de navios do terminal de Ilha D'Água. A segunda fase do projeto planeja a construção e a adaptação de novos trechos dutoviários e tanques e estações de bombeamento para que o etanol carregado em Uberaba, Ribeirão Preto e Paulínia possa alcançar o terminal da Petrobras no porto de São Sebastião e se interligar aos dutos da fase 1. A última fase do projeto consiste na aquisição de equipamentos hidroviários e na construção de terminais para se fazer uso da hidrovía Paraná-Tietê, para movimentação de etanol. A hidrovía, com terminais em São Simão, Bataguáçu e Aparecida do Taboado, se interligaria a Paulínia e aos demais dutos da Petrobras, por meio de um novo duto. Esse projeto tem custo de investimento estimado em US\$ 1,2 bilhão.

Mapa 4 | Projetos de “alcooldutos”



Fonte: Elaboração própria.

- 2) O projeto da Uniduto (Mapa 4) prevê 570 quilômetros de dutos, quatro centros receptores e três centros de distribuição, incluindo dois portos próprios, sendo um na hidrovia Paraná-Tietê e outro *off shore* (distante da praia), no litoral do Guarujá, permitindo a atracação de navios de grande porte. O abastecimento dos navios será realizado por meio de monoboias, que apresentam grande segurança e eficiência no manuseio de líquidos em grandes volumes. O projeto tem previsão de investimentos de US\$ 1 bilhão e início de construção na safra 2011-2012. O terminal rododutoviário de Anhembi (SP), com capacidade de armazenamento de até 160.000 m³, com início de construção no fim de 2010, é o primeiro investimento planejado do projeto. O Uniduto projeta ligar as tradicionais regiões produtoras paulistas (Ribeirão Preto, Jaú e Piracicaba) aos grandes centros consumidores do estado (Paulínia e São Paulo) e ao porto do Guarujá, via dutos. Além disso, engloba a interligação com a hidrovia do Paraná-Tietê, em Anhembi (SP), e as malhas ferroviárias da ALL, em Botucatu (SP), e da FCA, em Serrana (SP). Essa rede multimodal permitirá a distribuição de etanol de estados do Centro-Oeste, Minas Gerais e São Paulo até regiões de destino final da ferrovia ALL e da FCA. O projeto também prevê a interligação por meio de cabotagem do porto do Guarujá com os centros consumidores das regiões Sul e Nordeste.
- 3) O projeto do Centro-Sul Transportadora Dutoviária planeja a construção de um *alcoolduto* de quase 1.200 km, partindo de Alto Taquari (MT), passando pelas grandes regiões de expansão de produção de etanol no sudoeste de Goiás, nordeste do Mato Grosso do Sul, região de Votuporanga e Catanduva, no estado de São Paulo, até atingir os centros consumidores em Paulínia, São Paulo e Santos. Esse projeto prevê investimentos de R\$ 2,7 bilhões, que viabilizariam um transporte anual de 8 milhões de metros cúbicos de etanol.

Aquaviário

O transporte aquaviário de etanol no país ainda se restringe aos rios da bacia amazônica, sendo a principal rota a hidrovia do Rio Madeira, entre

Porto Velho e Manaus. Por esse trecho, escoam aproximadamente 200.000 m³ de etanol vindo do Mato Grosso para atender a quase todo o consumo do Amazonas, Acre e Roraima. Os fluxos de cabotagem são esporádicos e concentram-se na distribuição entre os terminais aquaviários exportadores do Nordeste e os estados do Norte-Nordeste.

Armazenamento das bases de distribuição

Uma infraestrutura adequada e eficiente para o armazenamento do etanol revela-se primordial para o abastecimento dos mercados demandantes e para a criação de oportunidades comerciais na entressafra. A rede disponível para o armazenamento de etanol no país consiste em tanques de usinas e tanques de bases de distribuição de combustíveis, mais terminais.

O primeiro grupo cumpre um papel voltado à formação de estoques para entressafra, sendo seu crescimento relacionado às estratégias de produção e comercialização das unidades industriais. Já o segundo grupo de tanques tem como objetivos a consolidação de carga e o apoio ao suprimento do mercado consumidor, logo com maior influência para a distribuição do etanol e a evolução do seu consumo regional. Com o crescimento da demanda de etanol, esperava-se uma evolução complementar dos sistemas de armazenamento das bases de distribuição. Entretanto, a Tabela 12 destaca a retração da capacidade de armazenagem destinada ao etanol nas distribuidoras. Algumas explicações para essa retração são as seguintes: existência de infraestrutura ociosa para a distribuição; aumento da eficiência operacional da utilização dos tanques de distribuidores; e, finalmente, a diminuição na participação das pequenas distribuidoras no mercado desse combustível.

Com a evolução persistente na demanda nacional de etanol, espera-se uma nova retomada do crescimento de tancagem necessária para sua distribuição. Pesquisas do Esalq-LOG destacam que o setor trabalha com metas de giros médios mensais de estoque de quatro vezes a tancagem, sendo oito o limite físico de giro de estoques dessas estruturas. Logo, investimentos são necessários para suportar as futuras previsões de demanda no mercado interno.

Tabela 12 | Capacidade de armazenamento de etanol das bases de distribuição, segundo grandes regiões e unidades da federação (2003-2009)

Grandes regiões e unidades da federação	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Total	668.231	661.099	701.787	718.929	708.327	699.435	612.321
Região Norte	47.296	47.441	45.960	44.671	49.683	40.397	41.776
Rondônia	9.532	9.635	9.616	9.707	10.538	11.657	10.110
Acre	2.421	2.519	1.644	1.644	2.519	2.484	2.458
Amazonas	8.998	8.999	8.999	7.819	8.513	7.369	10.492
Roraima	1.466	1.466	947	947	1.611	1.611	1.611
Pará	22.377	22.319	22.251	22.051	24.616	14.869	14.818
Amapá	1.799	1.799	1.799	1.799	1.184	1.184	1.184
Tocantins	703	703	703	703	703	1.223	1.103
Região Nordeste	141.328	128.908	120.805	120.779	137.525	130.504	114.709
Maranhão	30.055	30.056	26.803	26.777	25.828	25.753	22.022
Piauí	4.681	4.681	4.681	4.681	4.681	4.681	4.681
Ceará	17.922	17.923	16.233	16.233	15.422	15.289	15.073
Rio Grande do Norte	12.534	12.534	12.534	12.534	12.530	12.531	12.530
Paraíba	12.684	7.459	7.631	7.631	12.696	12.690	12.695
Pernambuco	39.752	32.553	29.053	29.053	43.562	35.218	23.015
Alagoas	4.529	4.530	4.530	4.530	4.530	4.432	4.529
Sergipe	2.826	2.826	2.826	2.826	2.826	2.826	2.826
Bahia	16.345	16.345	16.513	16.513	15.450	17.084	17.338
Região Sudeste	331.008	334.883	374.996	383.105	377.363	371.746	320.624
Minas Gerais	46.616	46.482	52.949	52.949	56.439	50.237	44.112
Espírito Santo	14.028	9.945	10.596	10.596	10.187	9.964	10.609
Rio de Janeiro	54.551	48.008	52.383	56.623	55.273	55.509	57.766
São Paulo	215.813	230.447	259.068	262.937	255.464	256.036	208.137
Região Sul	91.712	97.547	100.372	109.558	85.397	93.601	79.626
Paraná	58.807	63.598	65.392	75.849	47.590	52.660	42.152
Santa Catarina	4.542	4.903	5.934	4.548	6.329	5.840	6.237
Rio Grande do Sul	28.363	29.046	29.046	29.162	31.478	35.101	31.237
Região Centro-Oeste	56.887	52.321	59.655	60.816	58.359	63.187	55.586
Mato Grosso do Sul	11.556	12.249	13.859	13.659	9.483	9.836	9.483
Mato Grosso	9.668	11.801	15.771	17.335	18.367	17.938	16.215
Goiás	25.029	17.637	19.391	19.188	21.073	23.652	18.891
Distrito Federal	10.634	10.634	10.634	10.634	9.436	11.761	10.997

Fonte: ANP.

Portos

O crescimento das exportações de etanol nos últimos anos fomentou a expansão de investimentos em criação, adaptação e ampliação dos terminais portuários. Desde o fim de 2007, o porto de Itaquí passou a contar com um eficiente terminal de exportação de etanol, integrado à malha ferroviária da CFN e da EFC e pronto para atender à produção dos estados do Mapito. No fim de 2008, o porto de Vitória também passou a contar com um terminal portuário de etanol com potencial de integração com a malha ferroviária da Estrada de Ferro Vitória-Minas – EFVM para atender às regiões produtoras do Espírito Santo, Bahia, Minas Gerais e Goiás.

Além dos dois novos portos, o terminal da Transpetro de Ilha D'Água foi adaptado para incrementar as exportações via porto do Rio de Janeiro, que passa a ser uma alternativa às exportações realizadas pela Petrobras e também por outras empresas, em casos de saturação do porto de Santos.

Outros importantes investimentos também foram realizados nos dois principais portos exportadores de etanol: Santos e Paranaguá. O segundo concluiu seu terminal público de exportação e trabalha com quase 40% de fluxos de origem de etanol por modal ferroviário e dutoviário. O eficiente acesso ferroviário aos terminais portuários de Santos ainda é apenas um projeto. Grandes investimentos foram realizados para adaptação e ampliação de terminais, assim como para a melhoria do processo de descarregamento rodoviário e ferroviário, visando atender ao crescimento da demanda. Testes de envio de cargas ferroviárias ao porto também foram realizados. Entretanto, em função dos grandes gargalos de infraestrutura ainda não vencidos, o etanol exportado por Santos continua chegando ao porto exclusivamente por caminhões de frota dedicada.²⁶

Levantamento realizado pela Associação Brasileira de Terminais de Líquidos – ABTL destaca a disposição de seus associados de continuar os investimentos em seus terminais. As preocupações principais agora se encontram na possibilidade de investimentos em ampliação dos berços de atracação e de calado dos portos, questões fundamentais para um mercado com estimativas de crescimento de 30% entre 2009 e 2012 na frota de

²⁶ O transporte rodoviário de etanol para exportação tem a particularidade de demandar o uso de frota dedicada exclusivamente ao seu transporte ou à lavagem dos tanques, quando utilizados por diferentes tipos de combustíveis, tais como gasolina e óleo diesel. Essas exigências devem-se às restrições do comércio internacional, que estabelecem níveis máximos de contaminação do etanol por hidrocarbonetos, situação que dificulta o aproveitamento das cargas de retorno, encarecendo o custo de transporte.

Tabela 13 | Tancagem estimada dos terminais portuários de etanol (em 1.000 m³)

	Tancagem dedicada ao etanol	Capacidade de movimentação anual*
Santos	295.000	5.310.000
Paranaguá	102.500	1.845.000
Rio de Janeiro	40.000	960.000
Vitória	24.600	590.400
Maceió	30.000	540.000
Suape	43.430	781.740
Cabedelo	37.800	680.400
Itaqui	15.000	360.000
Total	588.330	11.067.540

Fonte: Elaboração própria com base em dados de ABTL, Antaq e Esalq-LOG.

*Estimativa de capacidade de movimentação anual considerando investimentos de 2010. Volume estimado com base nas médias máximas (portos mais ativos) e no giro mensal de estoque considerado eficiente, igual a dois (portos novos).

navios dedicados ao transporte de etanol.²⁷ Um resumo da estimativa de tancagem disponível utilizada para a movimentação de etanol nos principais portos brasileiros é destacada na Tabela 13.

Perspectivas sobre a estrutura logística para o etanol²⁸

Contextualização

A descrição sobre o sistema de distribuição de etanol destaca a maior disponibilidade de infraestrutura entre as principais regiões produtoras e consumidoras. Os investimentos recentes voltados à melhora da logística no escoamento do combustível concentram-se nos trechos viários existentes nos grandes estados consumidores, que, por sua vez, têm alto potencial de movimentação de cargas. Nesses casos, a modernização do material rodante, da via e dos terminais de líquidos apresenta perspectiva de negócio lucrativo e de baixo risco. Entretanto, esses investimentos têm pequeno potencial de criar ganhos logísticos que viabilizem o melhor abastecimento de etanol com vistas a: i) fomentar o consumo em estados

²⁷ A companhia Odfjell estima que a frota mundial, atualmente de 2.110 navios químicos e alcooleiros, deve receber 705 novos navios entre 2009 e 2012.

²⁸ Tópico fundamentado na atualização do modelo matemático e resultados de Xavier (2008).

com demanda reprimida; e, principalmente, ii) proporcionar ao Brasil condições de atender às perspectivas de demandas crescentes de exportação e dos grandes centros metropolitanos.

Em princípio, a solução para o melhor abastecimento do etanol nos mercados com demanda reprimida passaria pela criação de um sistema logístico nacional integrado para a distribuição do biocombustível. Entretanto, esse sistema encontra resistência no fato de os volumes movimentados de etanol isoladamente não justificarem a criação de trechos viários interligando o Centro-Oeste às regiões de baixo consumo, como são os casos do Norte, do Sul e de parte do Nordeste. Assim, pode-se dizer que investimentos que busquem a homogeneização da intensidade de consumo nacional de etanol dependem do desenvolvimento anterior de um plano nacional de integração da infraestrutura logística.

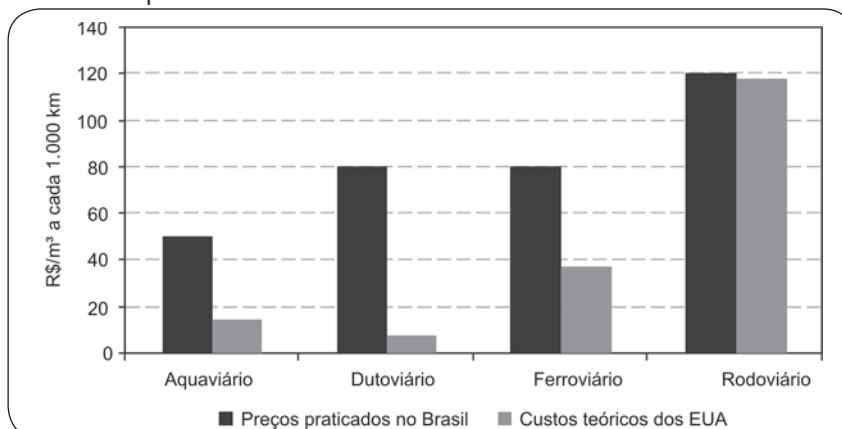
Além disso, destaque deve ser dado à tributação do etanol hidratado, uma vez que a ocorrência de tratamento tributário idêntico ao da gasolina, em alguns estados, torna inócuos os investimentos na redução de custos logísticos que busquem aumentar a utilização de etanol, casos dos estados da Região Norte, como Pará e Amazonas, e da Região Sul, como Santa Catarina e Rio Grande do Sul.²⁹

Entretanto, apesar de seu papel secundário como indutor da utilização de etanol em regiões de baixo consumo, a melhoria da eficiência da infraestrutura logística atualmente disponível no Brasil deverá ser buscada com o objetivo de viabilizar a movimentação, a custos competitivos, do excedente de produção de etanol dos grandes estados produtores para os principais centros consumidores e de exportação.

Portanto, tal incremento de eficiência justifica-se tendo em vista que o uso intensivo da modalidade rodoviária poderá inviabilizar o aumento de produção necessário para que as perspectivas de crescimento da demanda de etanol, em nível doméstico e, sobretudo, internacional, sejam plena e ou competitivamente atendidas. O Gráfico 3 destaca estimativas de preços praticados e custos teóricos de transporte de etanol nas diferentes modalidades de transporte consideradas.

²⁹ Nos estados mais distantes das regiões produtoras, seria importante, como forma de incentivo à utilização de combustível renovável, que o ICMS incidente sobre o etanol fosse inferior ao da gasolina, tal como já ocorre em alguns estados, como São Paulo e Paraná.

Gráfico 3 | Estimativa de preços e custos de transporte de etanol por modal, por 1.000 km



Fonte: Elaborado pelos autores com base em ANTT, Esalq-LOG, Transpetro, Xavier (2008) e Curley (2008).

A movimentação de etanol no Brasil em 2019

O balanço final entre produção³⁰ e demanda dos principais estados e portos exportadores³¹ é sintetizado na Tabela 14, na qual se apresentam os dados essenciais para as previsões sobre fluxos de transporte e as perspectivas sobre estrutura logística, as quais serão destacadas ao longo da atual seção.

A aplicação dos dados da Tabela 14 no modelo desenvolvido em Xavier (2008) resulta na Tabela 15, na qual se identificam os principais trechos de fluxos de etanol entre os estados. O trecho com maior fluxo terá origem no estado do Mato Grosso do Sul com destino à Região Sul do país. Goiás figura como o principal estado exportador, enquanto São Paulo se destaca como principal destino, em função da concentração de exportações por meio do porto de Santos e do suprimento da demanda do Rio de Janeiro.

³⁰ Destaque-se que, nesse formato de previsão, em benefício da criação de saldos de produção para a análise de potenciais fluxos logísticos, a projeção de oferta é diferente da indicada na segunda seção.

³¹ As previsões da distribuição dos portos nas exportações brasileiras foram consideradas pelos autores com base em uma estimativa de disponibilidade de infraestrutura, produção e ligação regional.

Tabela 14 | Balanço da produção e do consumo estadual em 2019
(em bilhões de litros)

	Produção	Mercado interno	Portos exportadores	Saldo de produção
Total	76,500	62,300	14,200	-
Região Norte	0,088	2,178	0,000	(2,090)
Rondônia	0,000	0,384	-	(0,384)
Acre	0,000	0,083	-	(0,083)
Amazonas	0,013	0,460	-	(0,448)
Roraima	0,000	0,070	-	(0,070)
Pará	0,071	0,636	-	(0,565)
Amapá	0,000	0,093	-	(0,093)
Tocantins	0,004	0,452	-	(0,447)
Região Nordeste	3,758	7,916	0,700	(4,858)
Maranhão	0,288	0,949	0,500	(1,161)
Piauí	0,071	0,430	-	(0,360)
Ceará	0,012	1,153	-	(1,141)
Rio Grande do Norte	0,138	0,587	-	(0,449)
Paraíba	0,636	0,644	-	(0,008)
Pernambuco	0,886	1,373	-	(0,487)
Alagoas	1,414	0,360	0,200	0,854
Sergipe	0,091	0,351	-	(0,260)
Bahia	0,222	2,068	-	(1,846)
Região Sudeste	44,683	36,590	12,000	(3,906)
Minas Gerais	13,058	7,615	-	5,443
Espírito Santo	0,397	0,924	0,500	(1,028)
Rio de Janeiro	0,200	3,285	1,500	(4,585)
São Paulo	31,029	24,765	10,000	(3,736)
Região Sul	2,635	8,772	1,500	(7,637)
Paraná	2,625	3,634	1,500	(2,509)
Santa Catarina	0,000	2,609	-	(2,609)
Rio Grande do Sul	0,010	2,529	-	(2,519)
Região Centro-Oeste	25,336	6,845	0,000	18,491
Mato Grosso do Sul	9,744	0,993	-	8,751
Mato Grosso	1,371	1,137	-	0,235
Goiás	14,220	2,805	-	11,415
Distrito Federal	0,000	1,910	-	(1,910)

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 15 | Projeção de fluxos de movimentação de etanol em 2019

Trechos	Origem	Destino	Fluxo (m³)
1	MS	SP	1,1
2	MS	Região Sul	7,6
3	SP	RJ	4,6
4	MG	SP	2,6
5	MG	ES e BA	2,9
6	GO	SP	4,6
7	GO	DF	1,9
8	GO	PA, TO, AP	1,1
9	GO	MA, PI	1,5
10	GO	Litoral Nordeste	1,5
11	GO	MT	0,8
12	MT	RO, AM, AC e RR	1,0

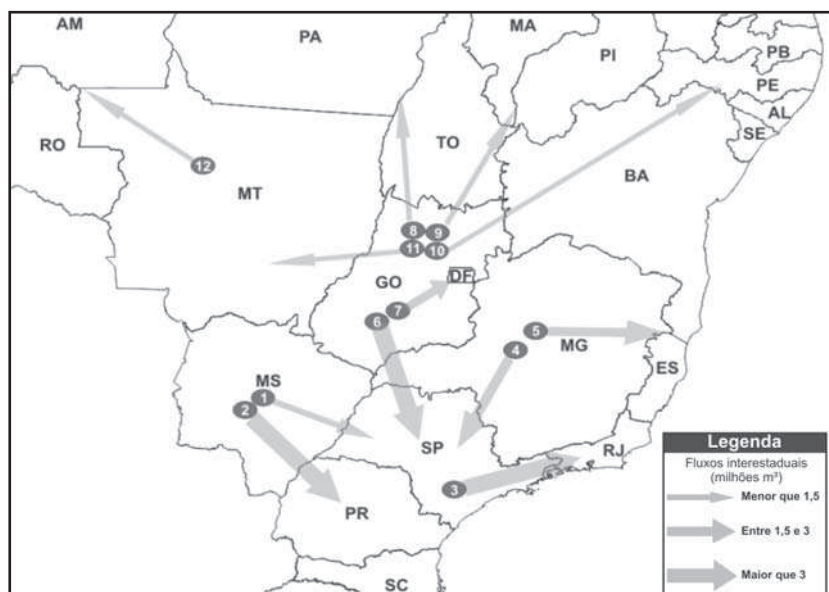
Fonte: Elaboração própria com base em Xavier (2008).

Uma ressalva deve ser feita sobre simplificações consideradas na organização dos fluxos. Por exemplo, os fluxos do Mato Grosso do Sul à Região Sul (trecho 2) provavelmente terão menor intensidade que o planejado, uma vez que São Paulo dispõe de melhores condições de competitividade logística para atender aos estados do Sul. Dessa forma, parte dos fluxos do trecho 2 será suprida por São Paulo, e, em consequência, os fluxos entre Mato Grosso do Sul e São Paulo poderão ser maiores que os destacados no trecho 1.³²

Em outro exemplo, os fluxos entre os trechos 4 e 6, com origem em Goiás e Minas Gerais, também estão sujeitos a simplificações. É possível que existam sobreposições de fluxos entre Goiás e destinos supridos por Minas Gerais e, consequentemente, intensificação dos fluxos do trecho 4. O Mapa 5 ajuda a visualizar de forma mais clara a estrutura de fluxos estimada.

³² Esse padrão de fluxos em trechos curtos, entre estados próximos, tem frequência recorrente em problemas de redes de distribuição. Entretanto, nesses casos, a situação se intensifica por causa da inexistência de infraestrutura eficiente e organizada ligando as pontas mais distantes da produção e da demanda.

Mapa 5 | Distribuição de fluxos interestaduais de etanol (milhões de m³)



Fonte: Elaboração própria.

A infraestrutura logística futura necessária para o etanol

Transporte terrestre

São Paulo

Em um primeiro momento, a concentração do consumo nas principais regiões consumidoras atuais torna-se clara. O crescimento da demanda de etanol na região metropolitana de São Paulo, na próxima década, elevará as escalas de movimentação do produto a condições em que o transporte dutoviário se torna conveniente. Além disso, a adoção dos dutos mostra-se uma medida benéfica para a redução do estrangulamento de tráfego e da poluição atmosférica causada por caminhões pesados nas principais vias de acesso à região.

O aumento de consumo no estado de São Paulo para quase 25 bilhões de litros (Tabela 14) – com 10 bilhões concentrados na capital – constitui volume mais do que suficiente para a viabilização de um trecho dutoviário de distância de 500 km, o qual também seria mais que suficiente para

realizar a captação de etanol produzido no interior paulista e remetê-lo à região metropolitana de São Paulo, bem como a cidades com bases de distribuição que atendem a essa região. É interessante notar ainda que o atual consumo da cidade de São Paulo – cerca de 5 bilhões em 2009 – já viabilizaria a construção dessa dutovia.

Adicionalmente, em razão da projeção de saldo negativo de 8,3 bilhões de litros nos estados de São Paulo e do Rio de Janeiro e do significativo excedente de produção esperado para os estados de Goiás e do Mato Grosso do Sul, acredita-se que haverá formação de um significativo fluxo de movimentação de etanol entre as regiões Centro-Oeste e Sudeste.

Nesse contexto, a integração do trecho dutoviário paulista com as alternativas de transporte ferroviário (ALL e FCA) e com a hidrovía Paraná-Tietê, em razão dos baixos investimentos necessários, mostra-se conveniente para a criação de uma alternativa logística de escoamento da produção da Região Centro-Oeste com destino ao Sudeste. O terminal hidrodutoviário ficaria localizado em uma das maiores regiões produtoras de etanol de São Paulo e se conectaria, por hidrovía, à crescente região produtora de Araçatuba e leste do Mato Grosso do Sul.

Alternativamente, uma vez confirmadas as projeções de evolução e consolidação da demanda, outros trechos dutoviários podem passar a apresentar viabilidade de expansão até Goiás e Mato Grosso do Sul, onde os desembolsos do BNDES se concentrarão até 2012, limite do horizonte de financiamentos já realizados. O excedente de produção desses estados, com destino a São Paulo, é planejado em pelo menos 5,8 bilhões de litros, como indicado pelos trechos 1 e 6 da Tabela 15. Dessa forma, seria viável a construção de um duto de pelo menos 500 km, distância necessária para ligar a região produtora do Centro-Oeste ao interior de São Paulo.

Minas Gerais e Distrito Federal

De acordo com a evolução de investimentos atuais em produção e logística, as unidades da federação com intensidade relativa de consumo modesta e com maior potencial de incremento no volume total de etanol consumido são as seguintes: Minas Gerais, Distrito Federal e as da Região Sul. Investimentos pautados na atualização e na adaptação da infraestrutura logística já existente atenderão ao aumento dos volumes de consumo nesses locais.

Em Minas Gerais, além da melhoria das condições de carregamento ferroviário nas regiões produtoras do Triângulo Mineiro, a atualização nos transbordos de descarregamento ferroviário de etanol da rede da FCA-EFVM (Betim, Governador Valadares e Montes Claros) contribuirá para o aumento de competitividade da distribuição do etanol no estado. Benefícios secundários podem também atingir o Espírito Santo (terminal de Vitória) e a Bahia (terminais no sul do estado).³³

O aumento de consumo de etanol no Distrito Federal criará condições logísticas que se assemelham, em menor intensidade, às condições de ligação do interior de São Paulo com as regiões metropolitanas de São Paulo e Rio de Janeiro. Projetos de adaptação do atual duto Osbra – com possibilidade de carregamento em Senador Canedo (GO) ou Uberlândia (MG) e com destino a Brasília – podem criar benefícios semelhantes aos oferecidos por dutos cuja finalidade é o abastecimento da região metropolitana de São Paulo. A eventual criação de um novo terminal de carregamento nas estações de bombeamento do duto Osbra, na região de divisa de Goiás e Minas Gerais, pode criar benefícios que possibilitem até o suprimento, por meio de dutos, da região metropolitana de Goiânia.

Região Sul

A evolução do consumo da Região Sul será incentivada pelo grande excedente de produção do Mato Grosso do Sul. Espera-se que grande parte dessa nova produção supra os estados do Paraná e do Rio Grande do Sul. Santa Catarina seria beneficiada indiretamente, com a possibilidade de maior excedente de etanol do Paraná, que, por sua vez, receberia a maior parte do biocombustível produzido no seu vizinho do Centro-Oeste e o saldo de etanol excedente de São Paulo.

Investimentos em novos terminais na malha ferroviária oeste da ALL, na hidrovía Paraná-Tietê, na Ferropar e no terminal da ALL em Presidente Prudente podem trazer benefícios para a economia no transporte do etanol desde o Mato Grosso do Sul e intensificar os já existentes desde o sul de São Paulo. Haverá concentração de fluxos de etanol desde o interior do Paraná com destino às regiões metropolitanas de Curitiba e às importantes cidades consumidoras de Santa Catarina. Apesar disso, a viabilização

³³ Além disso, a alternativa de exportação pelo porto de Vitória pode se tornar mais atrativa economicamente, além de servir como uma segurança para casos de picos de utilização da infraestrutura de exportação no corredor Centro-Oeste, Triângulo Mineiro e São Paulo.

do projeto de um duto entre o interior do Paraná e sua capital é pouco provável. O trecho é relativamente longo e atualmente é bem suprido e organizado pela rede ferroviária existente.

Demais estados

Em relação ao escoamento dos demais estados com excedente de produção, o Mato Grosso continuaria sendo o provedor de etanol para regiões mais distantes do Norte brasileiro. Por exemplo, projetos hidroviários como o da hidrovía Teles-Pires, ligando o centro-norte do Mato Grosso ao centro do estado do Pará, poderiam aumentar a competitividade do escoamento até o mercado paraense.

Ademais, em função da “exportação” da maior parte da produção local, o Mato Grosso teria seu mercado interno atendido pelo estado de Goiás, cujo expressivo saldo de produção o coloca como principal origem de movimentação de etanol do Brasil. Espera-se que, além do volume destinado ao Distrito Federal, como destacam os fluxos dos trechos 8 a 11 da Tabela 15, volume próximo a 5 bilhões de litros de etanol goiano seja dirigido às regiões Norte e Nordeste. Os estados com maior possibilidade de recebimento desses fluxos seriam aqueles localizados ao longo das ferrovias planejadas FNS e Ferrovia de Integração Oeste-Leste, a saber: Mapito e Pará. Entretanto, ressalve-se que tais fluxos poderiam ser alternativamente viabilizados, de forma mais apropriada, pelo desenvolvimento de uma área produtora na região de cerrado do Mapito, onde as obras da ferrovia FNS estão mais adiantadas e os custos logísticos serão potencialmente mais competitivos. Outra região com destacado potencial para o desenvolvimento de novos projetos para a produção de etanol seria o cerrado do oeste da Bahia, que é mais próximo do grande centro consumidor de Salvador e tem boas possibilidades de facilitação logística após a finalização da Ferrovia de Integração Oeste-Leste.³⁴

Sistema portuário e de distribuição

Com base nas estimativas de exportação do modelo da seção sobre o mercado de etanol, não se esperam grandes percalços na evolução da capacidade dos terminais portuários para atender à demanda. Investimentos

³⁴ Tais possibilidades não são captadas pelas projeções de oferta em virtude da limitação, presente nas premissas adotadas, comentada na seção sobre o mercado de etanol.

têm sido realizados na expansão de terminais portuários, e a possibilidade de acesso ao porto de Santos por meio de dutos contribuirá para vencer os gargalos de acesso, hoje concentrado no modal rodoviário.

Com a intensificação dos fluxos de exportação, especial destaque será dado à capacidade de embarque de navios e à adaptação da frota naval destinada ao transporte de etanol. A tendência natural será um aumento da demanda por embarcações com volumes crescentes, as quais exigem maior calado e maior capacidade de embarque dos portos. Dessa forma, políticas que fomentem os projetos de desenvolvimento e sofisticação tecnológica da indústria naval nacional são de destacado interesse, já que também são necessários nos projetos do pré-sal.

Ademais, outra consequência benéfica do aumento das exportações poderá ser a ampliação da capacidade de volumes de cargas embarcadas (viabilizando monoboias, com maior capacidade de embarque de navios), embarcações e diversidade de terminais. Essas estruturas contribuirão para facilitar o transporte regular e competitivo de etanol dos portos do Sudeste, o qual poderá suprir o déficit de etanol dos mercados consumidores do Nordeste e Sul, onde já existe diversificada rede de recepção de petróleo e derivados, particularmente no Rio Grande do Sul, Bahia e Ceará.

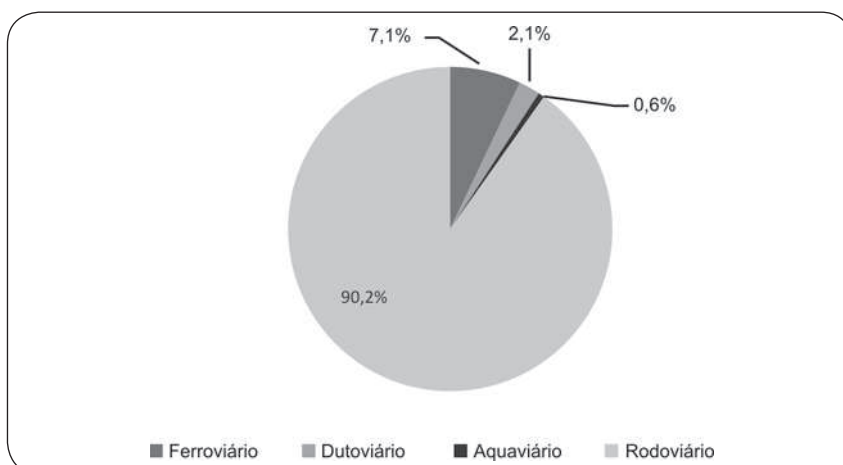
Espera-se que a sofisticação da estrutura logística de distribuição de etanol, com aumento de abrangência geográfica e volumes de transporte, possa elevar as condições de serviço aos mesmos padrões de custos já existentes para a gasolina e o diesel. Em outras palavras, espera-se que as operações de fluxos de transferência de etanol se realizem principalmente por meio de dutos, hidrovias, cabotagem e ferrovias. Os Gráficos 4 e 5 dão uma dimensão do potencial de modificação da matriz de transporte de etanol no país.

Por fim, outro desafio a ser superado é a criação de estrutura adequada³⁵ para a comercialização de etanol, o que permitiria estabelecer volumes, preços, margens e periodicidade de forma previsível e planejada, tal como ocorre para a maioria das fontes energéticas mundiais. Para que isso se concretize, é primordial que haja uma evolução, ainda que natural, na capacidade de tancagem de distribuidoras de combustíveis, terminais de transbordo e portuários, bem como a criação de centros logísticos organizados para concentração e estocagem do etanol.

³⁵ Como contratos no mercado futuro, distribuição direta usina-posto e contratos de longo prazo entre usina e distribuidoras.

Essas condições garantiriam o suprimento necessário para operação dos dutos e estimulariam o surgimento de contratos de exportação de longo prazo.

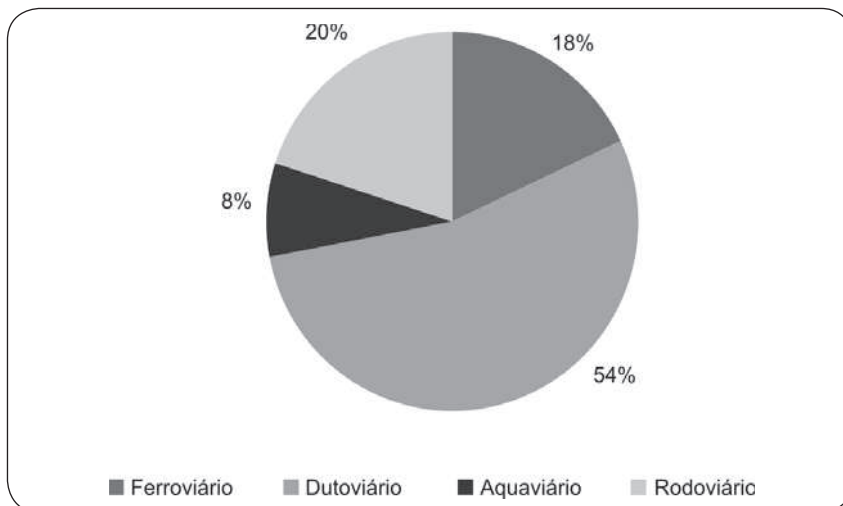
Gráfico 4 | Matriz de transporte de etanol no Brasil em volume (m³)



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental (Ahimoc), ANTT, Transpetro e Xavier (2008).

Nota: Matriz de fluxos primários e de transferência.

Gráfico 5 | Matriz de transporte de combustível no Brasil em volume (m³)



Fonte: Elaborado pelos autores com base em CEL/Coppead (2005).

Nota: Matriz de fluxos primários e de transferência.

Atuação do BNDES

A presente seção busca descrever como se deu o apoio do Sistema BNDES, desde o ano de 2004, para ativos de logística utilizados em transporte, distribuição, comercialização e estocagem de etanol. Para os fins deste artigo, foi feito o seguinte corte analítico no sistema logístico da cadeia de produção do etanol: não foram considerados os diversos processos de transporte envolvidos na fase de produção. Em outros termos, foram consideradas apenas as atividades de transporte e armazenagem, as quais envolvem: a) o traslado de etanol da usina até a sua distribuição para consumidores finais, em postos de combustíveis; normalmente, esses deslocamentos envolvem a passagem do produto por centros coletores e distribuidores; e b) o embarque de etanol nos navios tanques localizados em diversos portos.

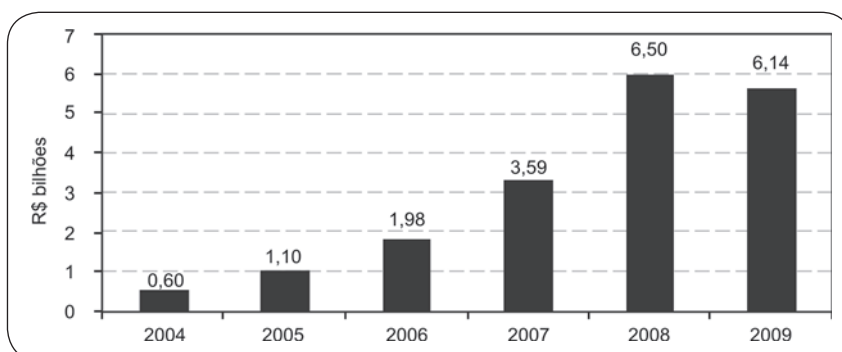
No processo de levantamento dos dados de desembolso do BNDES, realizado por meio de consulta aos seus bancos de dados, foram empregados os seguintes critérios:

- para efeito de estatística de desembolsos resultantes de financiamento do banco, não foram considerados os investimentos em rodovias e material de via permanente em ferrovias, tais como aqueles que beneficiam indiretamente o sistema de logística de etanol e açúcar; e
- nas linhas Finame, foram considerados os seguintes equipamentos adquiridos de forma isolada: tanques, caminhões (chassi, carroceria, reboque, semirreboque) e vagões.

O Sistema BNDES vem apoiando significativamente o setor sucroalcooleiro ao longo da atual década. O Gráfico 6 apresenta o volume dos desembolsos realizados para projetos do setor desde 2004. O volume total de desembolsos atingiu aproximadamente R\$ 20 bilhões no período analisado.

As operações contratadas entre os anos de 2004 e 2006, por meio da concessão de financiamento, para a compra de máquinas e equipamentos e para o aumento das áreas plantadas, visavam basicamente ao apoio à expansão e à modernização das usinas já existentes nas regiões tradicionalmente produtoras. Posteriormente, em 2007, passaram a predominar os financiamentos destinados aos projetos de implantação de usinas em novas regiões, como o Triângulo Mineiro e as novas fronteiras agrícolas no Centro-Oeste (ver Mapa 1). A Tabela 16 detalha a evolução dos

Gráfico 6 | Desembolsos do BNDES ao setor sucroalcooleiro



Fonte: BNDES.

desembolsos para a aquisição isolada de equipamentos relacionados à logística do etanol.

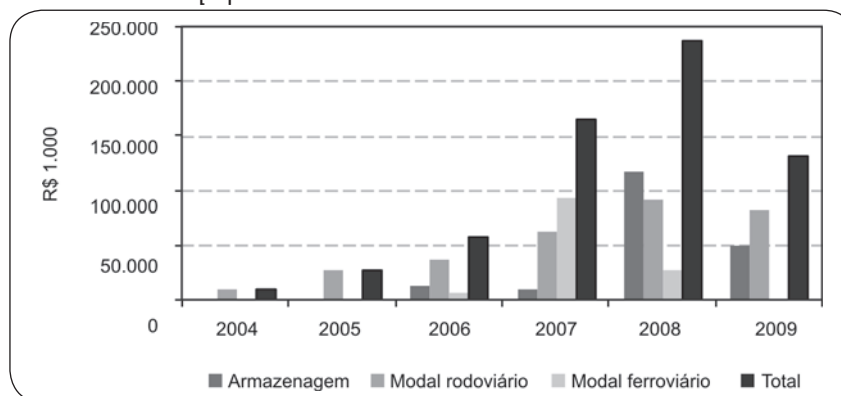
A análise da tabela demonstra que, no período considerado, dos R\$ 423 milhões desembolsados pelo Sistema BNDES para a logística do etanol, cerca de 82% tiveram como destinação a expansão do complexo de transporte. Conforme já citado na seção sobre estrutura logística deste artigo, a expansão do sistema de armazenagem teve um desempenho menor sob a perspectiva do investimento, em relação ao de transportes, pois apresentava relativa ociosidade nas bases de distribuição. O Gráfico 7 mostra a evolução dos desembolsos realizados associados aos ativos de logística de etanol.

Tabela 16 | Evolução dos desembolsos para a aquisição isolada de equipamentos (R\$ 1.000)

Sistema	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Armazenagem	223	380	1.347	3.274	69.719	966	75.909
Transporte	9.537	26.117	43.353	155.254	80.456	32.316	347.033
Modal rodoviário	9.537	26.117	36.822	62.732	52.303	32.316	219.827
Modal ferroviário			6.531	92.522	28.153		127.206
Total	9.760	26.497	44.700	158.528	150.175	33.282	422.942

Fonte: BNDES.

Gráfico 7 | Evolução dos desembolsos do BNDES para a aquisição isolada de equipamentos



Fonte: BNDES.

Na observação dos dados apresentados, fica claro que a evolução dos desembolsos realizados em logística apresenta tendência semelhante à evolução dos investimentos realizados em usinas. Os investimentos em logística corresponderam a 3% dos investimentos em expansão e implantação de novos projetos do setor sucroalcooleiro no mesmo período.

Conforme discutido previamente, dadas as perspectivas de aumento de demanda por etanol, tanto em nível doméstico como internacional, e a tendência de interiorização da produção atual, espera-se que um novo ciclo de investimento em logística possa entrar em curso. Esses novos investimentos, entretanto, devem estar relacionados prioritariamente aos projetos de infraestrutura logística que melhorem a eficiência dos fluxos de transferência do etanol por toda a cadeia produtiva, seja para o mercado interno, seja para o externo.

Nesse contexto, sob a perspectiva do apoio do BNDES em infraestrutura logística para o etanol, espera-se que a participação relativa do modal rodoviário nos financiamentos seja reduzida, em contrapartida ao aumento do apoio dos modais dutoviário e, secundariamente, dos modais ferroviário e hidroviário.

Considerações finais

O crescimento da demanda interna por etanol combustível e as perspectivas de exportações cada vez mais relevantes têm posto em xeque a atual infraestrutura logística disponível no Brasil.

Conforme discutido, a atual expansão da movimentação de etanol tem sido atendida majoritariamente pelo crescimento da oferta de transporte rodoviário e, em menor escala, pelo ferroviário. Contudo, caso se mantenha essa tendência, a infraestrutura logística pode se mostrar incompatível com volumes significativos de demanda doméstica e externa. Portanto, o BNDES tem a oportunidade de aprimorar seu apoio e estimular investimentos mais eficientes para o país.

Tal afirmação se apoia na tendência de crescimento expressivo dos volumes movimentados e da distância média entre os principais centros de consumo e de exportação (regiões Sudeste e Sul) e as regiões produtoras, uma vez mantido o movimento de expansão da produção de etanol para o Centro-Oeste do Brasil.

Nesse cenário, a manutenção da competitividade do etanol, tanto no âmbito doméstico quanto no internacional, exigirá uma reorientação do perfil da infraestrutura logística disponível para a movimentação de etanol, com destaque para a construção de dutovias dedicadas. De acordo com estimativas discutidas no artigo, ao menos dois trechos de alcooldutos seriam viáveis economicamente. Tais dutos, que seriam complementares, porém não simultâneos, seriam os seguintes:

- 1) Interior de São Paulo-cidade de São Paulo: com o consumo atual da capital paulista de cerca de 5 bilhões de litros por ano, já seria viável a construção de um duto de 500 km, distância suficiente para ligar São Paulo à principal região produtora do estado, no entorno de Ribeirão Preto.
- 2) Centro-Oeste-interior de São Paulo: ao considerarmos um volume de exportações da ordem de 14 bilhões de litros e um consumo doméstico na casa dos 60 bilhões, o cotejo das projeções estaduais de produção e demanda de etanol indica um potencial fluxo desse produto de pelo menos 7 bilhões de litros entre o Centro-Oeste e o Triângulo Mineiro e os centros de consumo e de exportação (São Paulo e Rio de Janeiro). Tal cenário, que ocorreria em 2019, geraria volume mais do que suficiente para justificar a construção de um duto de 500 km, distância que viabilizaria a ligação entre a região produtora de Goiás e o interior de São Paulo.

Com relação às necessidades de expansão do sistema portuário, pode-se dizer que a demanda atual de movimentação de etanol tem sido razoavelmente bem atendida pelo ritmo atual de crescimento dos serviços portuários. Contudo, pressupondo-se o cenário de exportações da ordem de 14 bilhões de litros, investimentos significativos terão de ser realizados na capacidade de recepção, armazenagem e expedição portuária, sobretudo nos portos que provavelmente receberão maior demanda, como são os casos de Santos e região.

Outra conclusão que deve ser destacada é a pequena capacidade de o investimento logístico aumentar a competitividade do etanol em estados brasileiros de baixa intensidade de consumo. Conforme visto, em função do tratamento tributário mais oneroso e da excessiva distância das regiões produtoras, alguns estados dificilmente teriam seu consumo de etanol estimulado apenas com a oferta de uma logística mais eficiente.

Entretanto, com a possibilidade de aumento da demanda de etanol pelos estados do Sul e do excedente “exportável” do Mato Grosso do Sul, um fluxo de cerca de 8 bilhões de litros deve ser viabilizado entre tais localidades. Assim, e em decorrência da boa estrutura ferroviária existente no Sul do país, é possível esperar que o etanol sirva como indutor primário de futuras expansões da rede ferroviária nessas regiões, ainda que a movimentação de etanol, por si só, não seja capaz de justificar significativos investimentos na malha ferroviária nacional. Reação semelhante, porém de menor intensidade, pode ser esperada pelo fluxo de cerca de 3 bilhões de litros do estado de Goiás com sentido ao suprimento da demanda nos estados do Norte e Nordeste, especialmente o Pará e o Mapito.

Portanto, à luz das questões abordadas, pode-se inferir que a reorientação da infraestrutura logística disponível para o etanol é condição *sine qua non* para permitir que o Brasil se torne, em futuro próximo, o principal *player* do mercado internacional de etanol. Para tanto, o atual modelo, concentrado no transporte rodoviário, terá de ser gradativamente substituído pelo dutoviário e, secundariamente, pelo ferroviário e aquaviário.

Referências

ANDRIOLLI, M. *Análise de viabilidade econômico-financeira de alcooldutos no Brasil*. Piracicaba: Esalq, Universidade de São Paulo, 2009 (Dissertação de Mestrado). Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-14042009-160143/>>. Acesso em: 13.1.2010.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Portaria 116, de 5 de julho de 2000. Regulamenta o exercício da atividade de revenda varejista de combustível automotivo.

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. Relatório anual de acompanhamento das concessões ferroviárias 2003 a 2008. Brasília: ANTT, 2009.

———. *Evolução do transporte ferroviário 2009*. Brasília: ANTT, 2009, 20 p.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. *Pesquisa CNT de Ferrovias 2009*. Brasília: CNT, 2009, 132 p.

CURLEY, M. Can ethanol be transported in a multi-product pipelines? *Pipeline and Gas Journal*, n. 235, 2008.

LEITE, R. C. C.; CORTEZ, L. A. B. *Estudo sobre as possibilidades e impactos da produção de grandes quantidades de etanol visando à substituição parcial de gasolina no mundo*. Coordenadores de Projeto CGEE, 2005.

MILANEZ, A. Y. *et al.* Perspectivas para o etanol brasileiro. *BNDES Setorial*, n. 27, p. 21-38. Rio de Janeiro, mar. 2008.

ROSA, S. E. S. O debate recente sobre o pico da produção do petróleo. *Revista do BNDES*, v. 14, n. 28, p. 171-200. Rio de Janeiro, dez. 2007.

SIMEFRE – SINDICATO INTERESTADUAL DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS FERROVIÁRIOS E RODOVIÁRIOS. “Indústria ferroviária está otimista para 2010”. *Informativo Simefre*, n. 109. São Paulo: Simefre, 2009, 2 p.

UNICA – UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR/SECRETARIA DOS TRANSPORTES DE SÃO PAULO. *Análise das diretrizes e pré-viabilidade do alcoolduto Conchas-Porto*. São Paulo: Unica/Secretaria dos Transportes de São Paulo, 2006.

XAVIER, C. E. O. *Localização de taques de armazenagem de álcool combustível no Brasil: aplicação de um modelo matemático de otimização*. Piracicaba: Esalq, Universidade de São Paulo, 2008 (Dissertação de Mestrado). Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-17072008-152340/>>.

Fóruns e seminários

ABTL – Associação Brasileira de Terminais de Líquidos. Fórum de Etanol: Logística de Exportação do Etanol Transporte Ferroviário e Marítimo IETHA – International Ethanol Trading Association. São Paulo, 2009.

Centro-Sul Transportadora Dutoviária. II Ethanol Summit. São Paulo, 2009.

CEL/Coppead. Planejamento Integrado do Sistema Logístico de Distribuição de Combustíveis. Seminário brasileiro de logística de distribuição de combustíveis, 4, 2005, Rio de Janeiro: Anais Eletrônicos, Instituto Brasileiro de Petróleo – IBP, 2005.

Odfjell. II Seminário de Logística IETHA – International Ethanol Trading Association. São Paulo, 2009.

PMCC. II Ethanol Summit. São Paulo, 2009.

Sites consultados

Ahimor: <http://www.ahimor.gov.br/>.

Anfavea: www.anfavea.com.br.

Anfir: <http://www.anfir.org.br/>.

ANP: www.anp.gov.br.

Antaq: <http://www.antaq.gov.br/>.

CDP: <http://www.cdp.com.br/>.

Denatran: www.denatran.gov.br.

Detran-RJ: www.detran.rj.gov.br.

Mapa: www.agricultura.gov.br.

Sindipeças: www.sindipeças.org.br.

Unica: www.unica.com.br.

Transpetro: <http://www.transpetro.com.br/>.

Uniduto: www.unica.com.br.